

Научная статья
УДК 635.925
EDN GCOLJQ
DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.3.07

Фитонцидная активность древесных растений, используемых при озеленении территорий детских и лечебных учреждений Брянска

Елена Викторовна Мироненко¹

кандидат сельскохозяйственных наук

Светлана Николаевна Шлапакова²

кандидат биологических наук

Ирина Викторовна Алехина³

кандидат сельскохозяйственных наук

Аннотация. В рамках исследования изучалась фитонцидная активность наиболее часто встречающихся видов древесных растений, используемых при озеленении территорий детских и лечебных учреждений Брянска. У берёзы повислой, конского каштана обыкновенного, липы мелколистной, кизильника блестящего, пузыреплодника калинолистного, сирени обыкновенной и ели европейской осуществлялась оценка фитонцидной активности тканевого сока и летучих протистоцидных веществ, выделяемых их измельчёнными листовыми пластинами и хвоей. Для проведения опыта с простейшими микроорганизмами вида *Euplotes charon* и тканевым соком растений были собраны листья и хвоя исследуемых древесных видов, произрастающих на пяти учётных площадках, расположенных во всех административных районах Брянска.

Достоверная корреляционная связь ($t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$ при $p < 0,05$) между содержанием диоксида азота и фитонцидной активностью тканевого сока была обнаружена у берёзы повислой, конского каштана обыкновенного, кизильника блестящего и сирени обыкновенной. Недостоверная корреляционная связь ($t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$) между этими показателями присутствует у ели европейской, липы мелколистной и пузыреплодника калинолистного. Результаты влияния летучих фитонцидов листьев и хвои древесных растений на развитие плесневого мукора также доказали наличие связи между показателями загрязнения воздушного бассейна и активностью летучих фитонцидов листьев и хвои исследуемых растений.

Ключевые слова: древесные растения, фитонцидная активность, летучие фитонциды, загрязнение воздуха, озеленение.

Для цитирования: Мироненко Е.В., Шлапакова С.Н., Алехина И.В. Фитонцидная активность древесных растений, используемых при озеленении территорий детских и лечебных учреждений Брянска. – Текст : электронный // Лесохозяйственная информация. 2025. № 3. С. 73–80. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.3.07. <https://elibrary.ru/gcoljq>.

¹ Брянский государственный инженерно-технологический университет, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства (Брянск, Российская Федерация), Elenamironenko0508@yandex.ru

² Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, заведующий кафедрой декоративного растениеводства, доцент (Санкт-Петербург, Российская Федерация), shla-svetlana@yandex.ru

³ Брянский государственный инженерно-технологический университет, доцент кафедры ландшафтной архитектуры и садово-паркового строительства (Брянск, Российская Федерация), alehinaira@yandex.ru

Original article

EDN GCOLJQ

DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.3.07

Phytoncidal Activity of Woody Plants Used in Landscaping of Territories of Children's and Medical Institutions of Bryansk

Elena V. Mironenko¹

Candidate of Agricultural Sciences

Svetlana N. Shlapakova²

Candidate of Biological Sciences

Irina V. Alyokhina³

Candidate of Agricultural Sciences

Abstract. The study examined the phytoncide activity of the most common species of woody plants used in the landscaping of children's and medical facilities in Bryansk. *Betula pendula*, *aesculus hippocastanum*, *tilia cordata*, *cotoneaster lucidus*, *physocarpus opulifolius*, *syringa vulgaris* and *picea abies* were assessed for the phytoncidal activity of tissue juice and volatile procytocidal substances secreted by their crushed leaf plates and needles. For the experiment with the simplest microorganisms of the *Euplotescharon* species and tissue sap of plants, leaves and needles of the studied tree species of plants growing on the territories of five survey sites located in all administrative districts of Bryansk were collected.

A significant correlation ($t_{\text{fact.}} > t_{\text{tabl.}}$ At $p < 0.05$) between the indices of nitrogen dioxide and the phytoncidal activity of the tissue sap was found in *Betula pendula*, *aesculus hippocastanum*, *cotoneaster lucidus* and *syringa vulgaris*. The negative tendency of communication ($t_{\text{fact.}} < t_{\text{tabl.}}$) is present in *picea abies*, *tilia cordata* and *physocarpus opulifolius*. The influence of volatile phytoncides of leaves and needles of woody plants on the development of mold *mucor* has also shown a link between indicators of air pollution and the activity of volatile phytoncids of leaves and needles of the studied plants.

Key words: woody plants, phytoncidic activity, volatile phytoncides, air pollution, landscaping.

For citation: Mironenko E., Shlapakova S., Alyokhina I. Phytoncidal Activity of Woody Plants Used in Landscaping of Territories of Children's and Medical Institutions of Bryansk. – Text : electronic // Forestry Information. 2025. № 3. P. 73–80. DOI 10.24419/LHI.2304-3083.2025.3.07. <https://elibrary.ru/gcoljq>.

¹ Bryansk State Engineering and Technology University, Associate Professor of the Chair of Landscape Architecture and Garden and Park Construction (Bryansk, Russian Federation), Elenamironenko0508@yandex.ru

² St. Petersburg State Forestry Engineering University named after S.M. Kirov, Head of the Department of Ornamental Plant Breeding, Associate Professor (St. Petersburg, Russian Federation), shla-svetlana@yandex.ru

³ Bryansk State Engineering and Technology University, Associate Professor of the Chair of Landscape Architecture and Garden and Park Construction (Bryansk, Russian Federation), alehinaira@yandex.ru

Введение

Фитонциды (от греч. *phyton* – растение и лат. *caedo* – убиваю) – образуемые растениями биологически активные вещества, которые уничтожают или тормозят рост и развитие бактерий, микроскопических грибов, простейших. Они играют важную роль в иммунитете растений и во взаимоотношениях организмов в биогеоценозах. Термин был предложен Б.П. Токиным в 1928 г. [1].

Фитонцидная активность древесных растений в условиях города изменяется вместе с другими физиологическими показателями, при снижении которых в условиях стресса активизируются их защитные механизмы [2]. Антимикробные вещества являются одним из факторов иммунитета растений, поэтому у деревьев с ограниченной жизнеспособностью фитонцидная активность повышается [3].

Способность древесных растений выделять фитонциды имеет большое значение при подборе ассортимента для озеленения детских и лечебных учреждений [4, 5].

Современная экологическая ситуация в Брянске характеризуется высоким уровнем загрязнения окружающей среды.

Данный факт подтверждён при помощи измерений состава атмосферного воздуха газоанализатором ГАНК-4. Показатели диоксида азота превышают ПДК_{мр} в 3 раза и более. В связи с этим озеленение города с учётом фитонцидной активности древесных растений приобретает большое значение для улучшения здоровья местных жителей. Особую ценность это свойство растений представляет на территориях детских садов, школ и учреждений здравоохранения [6].

Цель исследований – изучение фитонцидных свойств древесных растений, произрастающих на территориях детских и лечебных учреждений разных районов Брянска, и оценка влияния урбанизированной среды на способность насаждений выделять бактерицидные вещества в атмосферу.

Материалы и методика исследования

Объекты исследования – семь наиболее часто встречающихся при озеленении территорий детских и оздоровительных учреждений Брянска видов древесных растений: берёза повислая (*Betula pendula* Roth), ель европейская (*Picea abies* L.), конский каштан обыкновенный (*Aesculus hippocastanum* L.), липа мелколистная (*Tilia cordata* Mill.), кизильник блестящий (*Cotoneaster lucidus* Schltld.), пузыреплодник калинолистный (*Physocarpus opulifolius* L.) и сирень обыкновенная (*Syringa vulgaris* L.). Возраст деревьев составляет 60–70 лет (согласно данным о посадке растений на улицах Брянска), кустарников – около 30 лет. Состояние всех исследуемых растений оценивается как хорошее.

Для изучения фитонцидных качеств деревьев и кустарников использовались две научные методики исследования, предложенные Б.П. Токиным [1].

Первая методика заключается в оценке влияния тканевого сока растений на время смерти протозоа при прямом контакте выбранной тест-культуры (представителем типа Инфузории – *Euplotes charon*) и водного извлечения, полученного из измельчённых листовых пластинок изучаемого дерева или кустарника. Из растений, листья которых не являются сочными, готовят водные извлечения. Растительную кашицу (измельчённые листья), перетёртую в фарфоровой ступке, заливают дистиллированной водой в соотношении 1:1 и оставляют на сутки при комнатной температуре. На следующий день кашицу отжимают через марлю и полученную жидкость пропускают через фильтр Зейтца [1]. После извлечения одну каплю тканевого сока исследуемого растения помещают на предметное стекло, а сверху на неё наносят каплю с культурой инфузорий. Когда движение инфузорий в исследуемом образце полностью прекращается, секундомер отмечает момент гибели простейших.

Вторая методика позволяет оценить влияние летучих фитонцидов измельчённой кашицы листьев древесных растений на прорастание спор

плесневых грибов [1]. В стерилизованные чашки Петри помещают измельчённые листья исследуемых растений. Рядом с кашицей выкладывают дольки томата массой 7–10 г таким образом, чтобы измельчённые листовые пластинки и томат не соприкасались друг с другом. На третьи сутки после начала опыта отмечают дольку томата, не покрытую плесневым мукором. Фитонцидный эффект растения оценивался по степени отсутствия поражения на томате визуально под микроскопом. На протяжении эксперимента в комнате поддерживалась температура 23 °С и постоянная влажность воздуха. Все инструменты, используемые для постановки опыта, подвергались стерилизации в сухожаровом шкафу.

Для проведения опыта с простейшими микроорганизмами (*Euplatescharon*) и летучими фитонцидами растений были собраны здоровые, не повреждённые хлорозом, листья берёзы повислой, конского каштана обыкновенного, липы мелколистной, кизильника блестящего, пузыреплодника калинолистного, сирени обыкновенной и хвоя ели европейской, произрастающих на территориях детских и лечебных учреждений различных районов Брянска. Учётные площадки (УП) размещены следующим образом:

- УП 1 – в районе Телецентра;
- УП 2 – в Володарском районе;
- УП 3 – в Советском районе;
- УП 4 – в Бежицком районе;
- УП 5 – в Фокинском районе.

Сбор листьев проводили с нижних ветвей пяти здоровых эстетически привлекательных экземпляров исследуемого вида древесных растений. В течение нескольких суток до проведения опыта была солнечная безветренная погода (температура атмосферного воздуха – не менее 25 °С).

Результаты и обсуждение

Каждый опыт по определению фитонцидной активности тканевого сока одного вида древесных растений проводился с 5-кратным повторением. Результаты исследований отражены в табл. 1–4. Согласно анализу опытов изменчивость (C_x)

фитонцидной активности (ФА) тканевого сока листьев исследованных деревьев и кустарников находится на очень низком (меньше 7%), низком (больше 8%) и среднем (больше 13%) уровнях по шкале С.А. Мамаева [7]. Точность проведённых измерений фитонцидной активности тканевого сока деревьев и кустарников определяется на очень высоком уровне и не превышает $\pm 5\%$. Фитонцидная активность тканевого сока одних и тех же видов древесных растений различается для всех районов Брянска, что свидетельствует о наличии воздействия на неё стороннего фактора (см. табл. 1).

В ходе эксперимента была выдвинута гипотеза о наличии связи между фитонцидными свойствами тканевого сока листьев и хвои древесных растений и уровнем загрязнения местности, в которой они произрастают. Данные о составе атмосферного воздуха, полученные в результате измерений газоанализатором ГАНК-4 для каждого района Брянска, подтвердили эту гипотезу. В процессе обследования было выявлено превышение ПДК_{мр} диоксида азота в несколько раз (см. табл. 2).

Результаты опытов по взаимодействию тканевого сока древесных растений и протозоа показали, что наиболее сильным фитонцидным эффектом обладает сок, выделенный из листовых пластинок сирени обыкновенной, произрастающей в Советском районе (УП 3, содержание диоксида азота в воздухе – 0,706 мг/м³), а наиболее слабым – сок липы мелколистной (УП 2, 0,015 мг/м³). Различия между максимальными и минимальными значениями фитонцидной активности тканевого сока листьев сирени обыкновенной и липы обыкновенной достоверны ($p < 0,001$). Кроме того, деревья и кустарники, произрастающие на территории УП 3 (Советский район), показали лучший фитонцидный эффект в опытах с пятью видами растений из семи. В свою очередь, самыми низкими протистотоксичными показателями обладают растения, листья которых собраны на территории УП 2 (Володарский район).

В целом представители каждого вида растений показали разные результаты для районов

Таблица 1. Фитонцидная активность тканевого сока древесных растений на учётных площадках в разных районах Брянска

Вид растения	ФА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ, МИН				
	УП 1	УП 2	УП 3	УП 4	УП 5
Берёза повислая	8,97±0,176	12,93±0,177	8,46±0,196	10,85±0,390	10,30±0,251
Ель европейская	6,03±0,164	6,84±0,080	5,13±0,153	6,38±0,059	5,25±0,120
Конский каштан обыкновенный	17,27±0,228	21,39±0,319	18,43±0,212	19,16±0,282	18,45±0,199
Липа мелколистная	46,77±0,225	47,64±0,225	45,33±0,359	46,90±0,170	46,32±0,206
Кизильник блестящий	26,76±0,167	29,81±0,277	25,13±0,308	27,21±0,352	26,97±0,096
Пузыреплодник калинолистный	23,26±0,659	27,12±0,414	24,92±0,264	28,65±0,317	25,47±0,221
Сирень обыкновенная	2,57±0,105	6,25±0,110	1,81±0,078	3,05±0,130	2,74±0,168

Таблица 2. Содержание диоксида азота в атмосфере УП

ПДК, мг/м³	СОДЕРЖАНИЕ ДИОКСИДА АЗОТА В АТМОСФЕРЕ, МГ/М³				
	УП 1	УП 2	УП 3	УП 4	УП 5
0,2	0,667±0,143	0,015±0,001	0,706±0,063	0,357±0,042	0,636±0,094

города (диапазон минут указан для всех пяти районов Брянска): берёза повислая – 8–13 мин; ель европейская – 5–6 мин; конский каштан обыкновенный – 17–21 мин; липа мелколистная – 45–47 мин; кизильник блестящий – 25–29 мин; пузыреплодник калинолистный – 23–28 мин; сирень обыкновенная – 1–6 мин. Наиболее высокие показатели характерны для деревьев и кустарников, произрастающих на территориях Володарского и Бежицкого районов Брянска – наиболее

«чистых» по данным измерений газоанализатора. Фитонцидность растения увеличивалась при повышении уровня загрязнённости места произрастания.

Согласно данным, представленным в табл. 3, достоверная корреляционная связь ($t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$ при $p < 0,05$) между содержанием диоксида азота и фитонцидной активностью тканевого сока наблюдается у берёзы повислой, конского каштана обыкновенного, кизильника блестящего и сирени

Таблица 3. Коэффициент корреляции между фитонцидной активностью тканевого сока растений и загрязнением окружающей среды

Вид растения	$r \pm m_r$	t_r
Берёза повислая	0,951±0,179	5,32*
Ель европейская	0,873±0,282	3,10
Конский каштан обыкновенный	0,935±0,205	4,57*
Липа мелколистная	0,825±0,327	2,52
Кизильник блестящий	0,915±0,233	3,93*
Пузыреплодник калинолистный	0,697±0,414	1,68
Сирень обыкновенная	0,946±0,187	5,05*

Примечание: $t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$ при $P = 95\%$; * $t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}}$ при $P = 99\%$; r – коэффициент корреляции; $\pm m_r$ – стандартная ошибка; t_r – критерий Стьюдента.

обыкновенной. Недостоверная корреляционная связь ($t_{\text{факт.}} < t_{\text{табл.}}$) между этими показателями присутствует у ели европейской, липы мелколистной и пузыреплодника калинолистного.

Корреляционный анализ исследуемых древесных видов выявил положительную связь между показателями загрязнения окружающей среды и фитонцидной активностью тканевого сока листьев деревьев и кустарников, которая заключается в том, что с увеличением загрязнения диоксидом азота фитонцидная активность повышается. Следует отметить, что фитонцидная активность тем выше, чем быстрее происходит гибель простейших микроорганизмов в капле тканевого сока.

Влияние летучих фитонцидов листьев и хвои древесных растений на развитие плесневого мукора (на третьи сутки опыта) отражено в табл. 4.

Сравнительный анализ полученных данных со шкалой фитонцидной активности древесно-кустарниковых пород ряда авторов [4, 8] показывает, что берёза повислая, ель европейская, конский каштан обыкновенный, кизильник блестящий, липа мелколистная относятся к 1 группе растений (с высокой фитонцидной активностью); сирень обыкновенная и пузыреплодник калинолистный – ко 2 группе (со средней фитонцидной активностью).

Наиболее сильным оказался эффект воздействия на плесневый гриб летучих фитонцидов

берёзы повислой, конского каштана обыкновенного, липы мелколистной, кизильника блестящего и сирени обыкновенной, листовые пластинки которых были собраны на территории УП 3 (Советский район). Измельчённые хвоя ели европейской и листья пузыреплодника калинолистного показали лучшие результаты по летучим фитонцидам на территории УП 1 (район Телецентра). Более низкие результаты наблюдались у всех семи растений на территориях УП 5 (Фокинский район) и УП 2 (Володарский район). По данным состава атмосферного воздуха, полученным с помощью газоанализатора ГАНК-4, эти районы города являются менее загрязнёнными, чем Советский район.

Заключение

В ходе исследований было установлено влияние условий места произрастания древесных растений, культивируемых в урбанизированной среде Брянска, на их фитонцидную активность. Кроме того, выявлены показатели фитонцидной активности для семи видов наиболее распространённых древесных растений, используемых при озеленении территорий детских и лечебных учреждений. Для каждого из исследуемых видов, произрастающих в различных районах Брянска, была установлена степень фитонцидного воздействия на

Таблица 4. Влияние летучих фитонцидов листьев и хвои древесных растений на развитие плесневого гриба (на третьи сутки опыта)

Вид растения	Фитонцидная активность древесных растений, произрастающих на УП с различным уровнем загрязнения воздуха, %				
	УП 1	УП 2	УП 3	УП 4	УП 5
Берёза повислая	75,4	50,5	85,7	65,3	37,1
Ель европейская	79,4	59,2	71,4	69,3	54,1
Конский каштан обыкновенный	61,0	48,6	82,8	80,6	74,3
Липа мелколистная	14,2	16,4	26,6	9,7	2,5
Кизильник блестящий	83,5	55,4	87,2	77,3	80,1
Пузыреплодник калинолистный	38,1	16,4	18,7	14,3	17,2
Сирень обыкновенная	46,3	66,1	93,5	58,4	86,2

микроорганизмы и плесневые грибы. Под воздействием токсичных веществ в условиях техногенного загрязнения фитонцидная активность древесных растений возрастала, что связано с физиологическими процессами в организме растений, происходящими в стрессовых условиях урбанизированной среды.

Для озеленения территорий детских садов, школ и учреждений здравоохранения всех административных районов Брянска из изученных видов повышенную ценность представляют

следующие виды древесных растений (на июль 2018 г.): сирень обыкновенная, кизильник блестящий, берёза повислая, конский каштан обыкновенный и ель европейская. Планируется продолжить исследование фитонцидной активности других видов растений. Данные, полученные в результате опытов, могут служить основой при разработке рекомендаций по озеленению территорий детских и лечебных учреждений Брянска с уклоном на фитонцидные особенности древесных растений.

Список источников

1. Токин, Б.П. Целебные яды растений. Повесть о фитонцидах : 3-е изд. исправленное и дополненное / Б.П. Токин. – Ленинград : изд-во Ленинградского университета, 1980. – 280 с.
2. Кочергина, М.В. Фитонцидные свойства декоративных растений в условиях Воронежа / М.В. Кочергина // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. – 2008. – № 6. – С. 126–129.
3. Глухов, А.З. Фитонцидная активность древесных растений в условиях урбанизированной среды (на примере г. Донецка) / А.З. Глухов, С.А. Володарец // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15. – № 3 (7). – С. 2122–2125.
4. Кочергина, М.В. К вопросу изучения бактерицидных свойств фитонцидов древесно-кустарниковых пород / М.В. Кочергина // Сборник материалов по итогам научно-исследовательской работы молодых ученых. – Воронеж : ВГЛТА, 2003. – С. 90–95.
5. Мироненко, Е.В. Современное состояние зеленых насаждений на территории лечебных учреждений г. Брянска / Е.В. Мироненко // Вестник Бурятской ГСХА имени В.Р. Филиппова. – 2020. – № 1(58). – С. 86–92. DOI: 10.34655/bgsha.2020.58.1.013.
6. Салеева, А.С. Ассортимент декоративных древесных растений для озеленения территорий детских дошкольных и школьных учреждений Бежицкого района г. Брянска / А.С. Салеева, Д.И. Нартов, Е.В. Мироненко // Актуальные вопросы техники, науки, технологий : сборник научных трудов нац. конф. (Брянск, 5–9 февраля 2019) ; под общ. ред. Е.Г. Цубловой ; Брян. гос. инженер.-технол. ун-т. – Брянск, 2019. – С. 109–112.
7. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С.А. Мамаев. – Москва : Наука, 1972. – 283 с.
8. Поволоцкая, Н.П. Об актуальности создания национального парка кластерного типа «Кавказские минеральные воды» / Н.П. Поволоцкая, В.В. Слепых // Курортная медицина. – 2016. – № 3. – С. 13–18.

References

1. Tokin, B.P. Celebnye yady rastenij. Povest' o fitoncidah : 3-e izd. ispravlennoe i dopolnennoe / B.P. Tokin. – Leningrad : izd-vo Leningradskogo universiteta, 1980. – 280 s.
2. Kochergina, M.V. Fitoncidnye svoystva dekorativnyh rastenij v usloviyah Voronezha / M.V. Kochergina // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Lesnoj zhurnal. – 2008. – № 6. – S. 126–129.
3. Gluhov, A.Z. Fitoncidnaya aktivnost' drevesnyh rastenij v uslo-viyah urbanizirovannoj sredy (na primere g. Donecka) / A.Z. Gluhov, S.A. Volodarec // Izvestiya Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj akademii nauk. – 2013. – T. 15. – № 3 (7). – S. 2122–2125.
4. Kochergina, M.V. K voprosu izucheniya baktericidnyh svoystv fi-toncidov drevesno-kustarnikovyh porod / M.V. Kochergina // Sbornik materialov po itogam nauchno-issledovatel'skoj raboty molodyh uchenyh. – Voronezh : VGLTA, 2003. – S. 90–95.
5. Mironenko, E.V. Sovremennoe sostoyanie zelenyh nasazhdenij na territorii lechebnyh uchrezhdenij g. Bryanska / E.V. Mironenko // Vestnik Buryatskoj GSHA imeni V.R. Filippova. – 2020. – № 1(58). – S. 86–92. DOI: 10.34655/bgsha.2020.58.1.013.
6. Saleeva, A.S. Assortiment dekorativnyh drevesnyh rastenij dlya ozeleneniya territorij detskih doshkol'nyh i shkol'nyh uchre-zhdenij Bezhickogo rajona g. Bryanska / A.S. Saleeva, D.I. Nartov, E.V. Mironenko // Aktual'nye voprosy tekhniki, nauki, tekhnolo-gij : sbornik nauchnyh trudov nac. konf. (Bryansk, 5–9 fevralya 2019) ; pod obshch. red. E.G. Cublovoj ; Bryan. gos. inzhener.-tekhnol. un-t. – Bryansk, 2019. – S. 109–112.
7. Mamaev, S.A. Formy vnutrividovoj izmenchivosti drevesnyh rastenij / S.A. Mamaev. – Moskva : Nauka, 1972. – 283 s.
8. Povolockaya, N.P. Ob aktual'nosti sozdaniya nacional'nogo parka klasternogo tipa «Kavkazskie mineral'nye vody» / N.P. Povolockaya, V.V. Slepых // Kurortnaya medicina. – 2016. – № 3. – S. 13–18.