

Электронный научно-производственный журнал

# «АгроЭкоИнфо»

Входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий

ISSN 1999-6 403

<http://www.agroecoinfo.narod.ru/journal>

[agroecoinfo@mail.ru](mailto:agroecoinfo@mail.ru)

2021, № 2 (44)

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

15.04.2021

УДК 630\*160:574.2(045)

*Загребин Е.А., Ведерников К.Е.*

### **Особенности содержания танинов в древесине особой рода Ель (*Picea*) в условиях города (на примере г. Ижевска)**

Представлены материалы по изучению особенностей содержания танинов в древесине *Picea obovata* Ledeb. и *Picea pungens* Engelm., произрастающих в урбаноэкосистеме, а также в естественном насаждении за пределами города. Условия произрастания деревьев характеризовались по комплексному индексу загрязнения атмосферы и почвенным условиям. Содержание танинов в древесине определялось спектрофотометрическим методом по показателю оптической плотности водной вытяжки при длине волны 277 нм. Выявлена корреляция между содержанием танинов стволовой древесины и состоянием атмосферного воздуха, что может объясняться повреждениями ассимиляционного аппарата деревьев. Также выявлена зависимость содержания танинов от реакции почвенной среды. Статистически значимых различий по видовой принадлежности, а также по месту произрастания не выявлено. Исследования проводились при финансовой поддержке гранта «Научный потенциал – 2020».

**Ключевые слова:** PICEA OBOVATA, PICEA PUNGENS, ТАНИНЫ, ХВОЙНЫЕ РАСТЕНИЯ, ЕЛЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ

*Electronic science-productive magazine*

# "AgroEcoInfo"

Included into the List of leading reviewed scientific magazines and editions

ISSN 1999-6 403

<http://www.agroecoinfo.narod.ru/journal>

[agroecoinfo@mail.ru](mailto:agroecoinfo@mail.ru)

**2021, N2 (44)**

## **BIOLOGICAL RESOURCES**

*Zagrebin E.A., Vedernikov K.E.*

### **The specifics of the tannin content in the wood of individuals of the genus spruce (Picea) in urban conditions (on the example of Izhevsk)**

The article presents materials on the study of the peculiarities of the tannin content in the wood of *Picea obovata* Ledeb. and *Picea pungens* Engelm., growing in the urban ecosystem, as well as in natural plantings outside the city. The growing conditions of the trees were characterized by a complex index of atmospheric pollution and soil conditions. The content of tannins in wood was determined by the spectrophotometric method based on the optical density of the water extract at a wavelength of 277 nm. The correlation between the content of tannins of stem wood and the state of atmospheric air is revealed, which can be explained by damage to the assimilation apparatus of trees. The dependence of the tannin content on the pH of the soil environment was also revealed. There were no statistically significant differences in the species, as well as in the place of growth. The research was carried out with the financial support of the grant "Scientific Potential – 2020".

**Keywords: PÍCEA OBOVATA, PICEA PUNGENS, TANNINS, CONIFERS, SPRUCE, RESISTANCE**

Загребин Е.А., Ведерников К.Е. Особенности содержания танинов  
в древесине особой рода Ель (*Picea*) в условиях города (на примере г. Ижевска)

.....  
**Электронный научно-производственный журнал**  
**«АгроЭкоИнфо»**  
=====

УДК 630\*160:574.2(045)

## **Особенности содержания танинов в древесине особой рода Ель (*Picea*) в условиях города (на примере г. Ижевска)**

*Загребин Е.А., Ведерников К.Е.*

*Удмуртский государственный университет*

### **Аннотация**

*Представлены материалы по изучению особенностей содержания танинов в древесине *Picea obovata* Ledeb. и *Picea pungens* Engelm., произрастающих в урбаноэкосистеме, а также в естественном насаждении за пределами города. Условия произрастания деревьев характеризовались по комплексному индексу загрязнения атмосферы и почвенным условиям. Содержание танинов в древесине определялось спектрофотометрическим методом по показателю оптической плотности водной вытяжки при длине волны 277 нм. Выявлена корреляция между содержанием танинов стволовой древесины и состоянием атмосферного воздуха, что может объясняться повреждениями ассимиляционного аппарата деревьев. Также выявлена зависимость содержания танинов от реакции почвенной среды. Статистически значимых различий по видовой принадлежности, а также по месту произрастания не выявлено.*

*Исследования проводились при финансовой поддержке гранта «Научный потенциал – 2020».*

**Ключевые слова:** *PICEA OBOVATA, PICEA PUNGENS, ТАНИНЫ, ХВОЙНЫЕ РАСТЕНИЯ, ЕЛЬ, УСТОЙЧИВОСТЬ*

---

### **Актуальность**

В последнее время повышается интерес исследователей к древесным растениям, произрастающим в условиях техногенного стресса, в частности, для изучения их механизмов адаптации к условиям произрастания [1-9]. В этом отношении особый интерес вызывают представители рода Ель (*Picea*), произрастающие на урбанизированных территориях. В связи с низкой скоростью роста, обмена веществ, многолетней хвои и наличия поверхностной корневой системы еловые наиболее подвержены влиянию

загрязнения воздуха, почвы и рекреационной нагрузке [6].

В формировании их адаптивных реакций к условиям стресса важную роль играют низкомолекулярные метаболиты, в том числе фенольные соединения (в группу которых входят танины), выполняющие защитную функцию и повышающие устойчивость растения к неблагоприятным факторам среды [2, 3]. Фенольные соединения, содержащиеся в древесине еловых деревьев, в настоящее время изучены недостаточно, в отличие от содержания танинов в ассимиляционном аппарате. Особенно следует отметить недостаточную изученность адаптивных механизмов (в том числе биохимического характера) Ели колючей (*Picea pungens* Engelm.).

**Целью наших исследований** являлось изучение содержания танинов в древесине представителей рода Ель, произрастающих в условиях городской среды.

#### **Материалы и методы**

Город Ижевск – крупный промышленный центр Уральского региона. Объекты тяжелой промышленности и развитая транспортная сеть создают напряженную экологическую обстановку, однако среднестатистический уровень загрязнения в городе не выделяется на фоне остальных промышленных городов России [10].

Объектами исследования выступили особи двух видов: ель сибирская (*P. obovata* Ledeb.) в качестве местного вида Удмуртской Республики и ель колючая (*P. pungens* Engelm.) в качестве интродуцента. Исследования проведены в насаждениях, произрастающих в примагистральных посадках вдоль улицы Удмуртской, в насаждениях селитебной зоны (жилой микрорайон «Север»). В качестве зоны условного контроля (далее – ЗУК) по методике Н.С. Краснощековой был выбран городской парк ландшафтного типа ЦПКиО им. С.М.Кирова [11]. С целью более наглядной интерпретации полученных данных для изучения биохимических особенностей ели сибирской была заложена пробная площадь за пределами города, вне влияния урбано-среды, промышленных предприятий и транспортных магистралей. Пробная площадь размером 0,25 га заложена по стандартной методике [12] в средневозрастном чистом еловом насаждении (тип леса – ельник-кисличник) на территории Пригородного участкового лесничества Завьяловского лесничества Удмуртской Республики (квартал 78,

выдел 3). Территория данного лесничества находится в лесном районе хвойно-широколиственных лесов Европейской части России. Пространственное расположение зон исследования отражено на рис. 1.

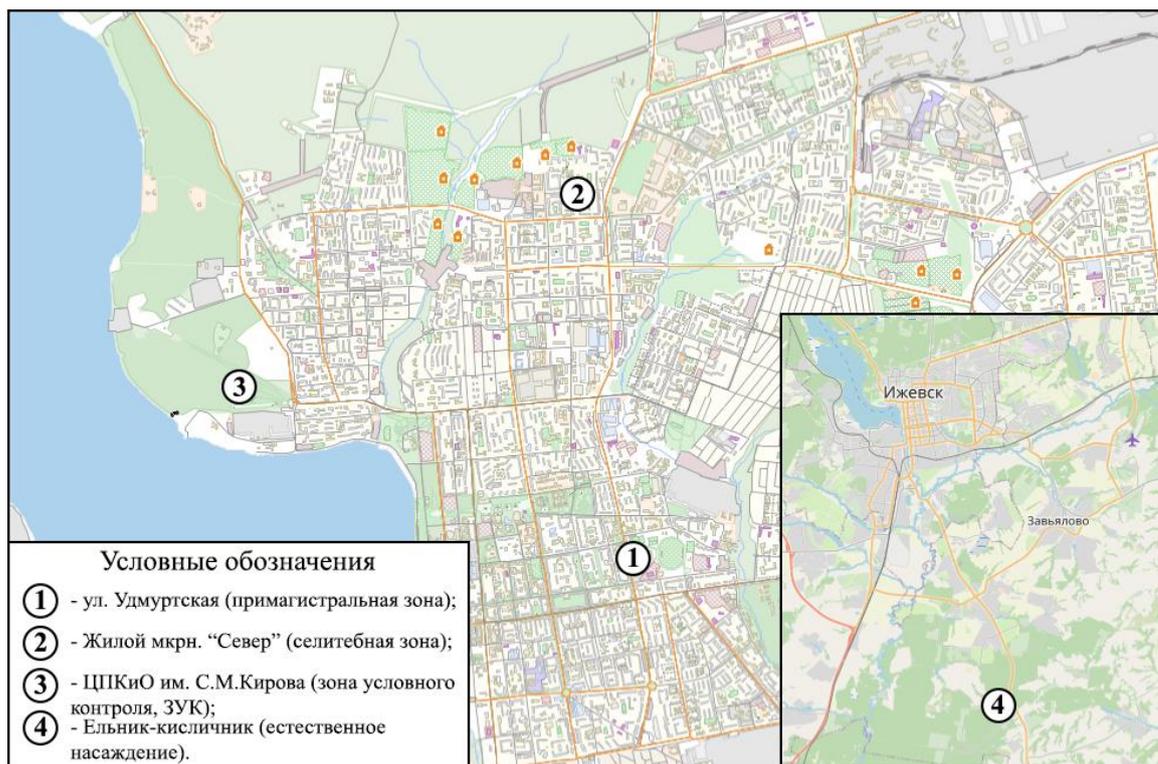


Рис. 1. Картосхема пространственного расположения районов исследования

Выбор насаждений для исследования осуществлялся в том числе по показателям комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха (далее – КИЗА) на территории г. Ижевска, полученным И.Л.Мальковой и А.В.Семакиной [10].

В местах исследования был проведен отбор почвенных образцов по способу конверта, определены их основные агрохимические характеристики:  $pH_{KCl}$ ,  $pH_{H_2O}$ , содержание органического вещества (гумуса), нитратного и аммонийного азота, подвижных форм калия и фосфора, а также физические свойства – плотность сложения и влажность почв [13-19].

Выбранные насаждения описывались по основным таксационным параметрам [12], затем отбирались по 3 особи среднегенеративного, хорошего жизненного состояния каждого исследуемого вида. У отобранных растений производился отбор образцов

древесины (кернов) на высоте 20 см от корневой шейки при помощи возрастного бура Naglof - 350.

В лабораторных условиях образцы древесины измельчались до размера фракции 2 мм, для последующего пересчета содержания биохимических показателей на абсолютно сухую массу (далее – а.с.м.) древесины определялись влажность и коэффициент сухости древесины расчетно-весовым методом [20].

Водная экстракция древесных образцов проводилась при температуре кипения в течение 1 часа в колбе с обратным холодильником [20]. Содержание дубильных веществ в пересчете на танины определялось расчетным методом по показателю оптической плотности водного экстракта, определенной на спектрофотометре ЭКРОС ПЭ-5400УФ при длине волны 277 нм (аликвотная проба – 3 мл) [21].

Обработка результатов проводилась с применением пакета статистического анализа Statistica 5.5, были использованы методы описательной статистики и корреляционный анализ.

### **Результаты исследований**

По исследованиям последних лет показатель КИЗА, рассчитанный по пяти основным загрязняющим веществам для территории г.Ижевска, можно охарактеризовать как удовлетворительный ( $КИЗА \leq 5$ ). При этом примагистральные территории, в т.ч. исследуемый участок по ул.Удмуртской, имеют  $КИЗА \geq 4$ , селитебные территории, к которым относится жилой микрорайон «Север», – 2-3, а территория ЦПКиО им. Кирова – 1. Показатель КИЗА для территории Завьяловского лесничества, удаленной от основных источников техногенного загрязнения, близок к нулю. Таким образом, показатель комплексного индекса загрязнения атмосферы по пяти основным загрязнителям позволяет нам рассматривать исследуемые зоны в порядке снижения уровня техногенного стресса [10].

Агрохимический анализ почв в насаждениях вдоль ул. Удмуртской и в жилом микрорайоне «Север» показал, что они относятся к антропогенным с преобладанием стратоземов поверх естественного почвенного профиля и имеют нейтральную либо слабощелочную реакцию среды. Использование в зимний период антигололедного реагента может влиять на содержание обменного калия в верхних слоях почвы, в

особенности около основных магистралей города, что наглядно видно по почвам территории вдоль ул. Удмуртской, а также изменять кислотность почвы в сторону слабощелочной реакции среды. В свою очередь, почвы жилого микрорайона «Север» имеют достоверные отличия по уровню содержания азота, фосфора и калия (их содержание в данных почвах ниже, чем в прочих исследуемых участках), а также низким содержанием влаги, что может негативно сказываться на состоянии еловых растений. Почвы пробной площади на территории Завьяловского лесничества – типичные дерново-подзолистые почвы с кислой реакцией среды, низким содержанием органического вещества и основных элементов минерального питания растений, что соответствует региональным почвам под пологом еловых насаждений (табл. 1). Исследуемый участок леса находится в естественной низине, повышенное содержание обменного калия в почве может объясняться приносом талыми и осадочными водами антигололедного реагента со стороны автомобильной дороги.

Таблица 1. Агрохимические и физические показатели почв исследуемых насаждений

Показатель	Районы исследования			
	Ельник-кисличник	ЦПКиО им. С.М. Кирова (ЗУК)	Жилой мкрн. «Север» (селитебная зона)	Ул. Удмуртская (примагистральная зона)
pH <sub>KCl</sub>	4,60*±0,10** 4,49..4,71***	5,83±0,16 5,14..6,52	7,20±0,00	6,97±0,07 6,67..7,27
pH <sub>H2O</sub>	-****	6,70±0,00	7,74±0,02 7,65..7,83	8,03±0,25 6,95..9,11
Органическое в-во (гумус), %	2,12±0,31 1,77..2,47	4,23±0,17 3,49..4,96	6,48±0,04 6,31..6,65	2,29±0,05 2,07..2,51
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/кг	5,20±0,80 4,29..6,10	331,56±6,90 301,87..361,25	108,52±7,37 76,81..140,23	541,98±4,28 523,56..560,40
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/кг	36,30±7,30 28,04..44,56	16,84±0,39 15,16..18,52	0,23±0,03 0,10..0,36	5,13±0,85 1,47..8,79
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , мг/кг	4,00±0,50 3,43..4,56	290,75±10,40 245,98..335,51	133,09±0,00	321,95±6,86 292,43..351,47
K <sub>2</sub> O, мг/кг	170,00±26,00 140,58..199,42	371,39±1,25 366,02..376,75	197,05±3,40 182,43..211,66	423,19±9,26 383,34..463,04
Влажность, %	16,00±2,00 13,74..18,26	17,08±0,61 14,46..19,68	8,01±1,03 3,58..12,44	15,92±1,44 9,72..22,12

Примечание: \* – среднее значение показателя; \*\* – стандартное отклонение; \*\*\* – интервал для среднего значения, при уровне достоверности p=0,05; \*\*\*\* – данные исследования не проводились.

У исследуемых деревьев в городских условиях содержание танинов можно охарактеризовать как низкое по сравнению с проведенными нами ранее исследованиями по изучению биохимии древесины ели сибирской, произрастающей в естественной природной среде [22]. Показатель для *P. obovata* колеблется в диапазоне 0,28-0,89 %, для *P. pungens* – в диапазоне 0,30-0,82 % от а.с.м. древесины. В естественных насаждениях у ели сибирской содержание танинов также можно охарактеризовать как низкое (0,93% от а.с.м.). У исследуемых видов растений наиболее сильная зависимость выявлена между содержанием танинов, состоянием атмосферного воздуха (коэффициент корреляции для *P. obovata* и *P. pungens* составил 0,99) и реакцией почвенной среды (коэффициенты корреляции составили 0,95 и 0,89 для *P. obovata* и *P. pungens*, соответственно).

Ассимиляционный аппарат как наиболее экологически зависимый орган растения явно отражает испытываемую растением нагрузку. Однако, по данным некоторых исследователей, изменение функционирования ассимиляционного аппарата растений по причине загрязнения атмосферного воздуха (при уровне содержания веществ-загрязнителей ниже ПДК) может протекать без проявления визуально заметных симптомов, таких как некрозы, хлорозы и т.д. В первую очередь, при увеличении техногенной нагрузки повреждения проявляются на физиолого-биохимическом уровне, затем – на клеточном (в этом случае изменения фотосинтетического аппарата зачастую несут характер ксероморфоза) [5, 6, 8, 23]. Этим явлением может объясняться накопление вторичных метаболитов, в том числе танинов, не только в хвое, но и, как следствие, в стволовой древесине, что отражают результаты проведенного исследования.

Повышение содержания танинов в древесине естественного елового насаждения Завьяловского лесничества может быть обусловлено также физиолого-биохимическими нарушениями (без проявления визуально заметных явлений) по причине негативного воздействия биотических факторов среды, характерных для региональных еловых древостоев: развития корневой губки, повреждения вредителями-ксилофагами и т.д., что также было отмечено нами ранее [22].

В то же время анализ методом описательной статистики не выявил статистически значимых различий в содержании танинов как по исследуемым зонам, так и по видам хвойных растений (табл. 2).

Таблица 2. Содержание танинов в древесине представителей видов рода *Picea* в различных условиях произрастания, % от а.с.м.

Вид	Зоны исследования			
	Ельник-кисличник	ЦПКиО им. С.М.Кирова (ЗУК)	Жилой мкрн. «Север» (селитебная зона)	Ул. Удмуртская (примагистральная зона)
<i>P. obovata</i>	0,93*±0,09**	0,55±0,27	0,60±0,14	0,64±0,32
	0,55..1,31***	0,25..0,86	0,44..0,76	0,28..1,01
<i>P. pungens</i>	_****	0,43±0,13	0,48±0,06	0,56±0,25
		0,28..0,59	0,41..0,53	0,28..0,84

Примечание: \* – среднее значение показателя; \*\* – стандартное отклонение; \*\*\* – интервал для среднего значения, при уровне достоверности  $p=0,05$ ; \*\*\*\* – данные исследования не проводились.

### Выводы и рекомендации

Проведенные исследования представителей *P. obovata* и *P. pungens*, произрастающих в городской и естественной среде, показали сильную прямую зависимость содержания танинов в древесине от условий произрастания, в частности, от реакции почвенной среды и загрязнения атмосферного воздуха. Содержание танинов в древесине установлено: для *P. obovata* – в диапазоне 0,28-0,93 %, для *P. pungens* – в диапазоне 0,30-0,82 % от массы абсолютно сухой древесины. Достоверно значимых отличий в содержании танинов как по территориальному признаку, так и по видоспецифичности не было выявлено.

Изменение содержания танинов древесины в зависимости от экологических условий может быть вызвано физиолого-биохимическими нарушениями в функционировании ассимиляционного аппарата без внешнего проявления повреждений, что, в свою очередь, косвенно влияет на биохимический состав древесины.

Исследования проводились при финансовой поддержке гранта «Научный потенциал – 2020».

### Список использованных источников

1. Бухарина И.Л. Эколого-биологические особенности адаптации древесных растений в условиях урбосреды // Известия Самарского научного центра РАН. – 2008. – №2. – С. 607-612.

2. Бухарина И.Л., Кузьмин П.А. Влияние техногенной среды на жизненное состояние и содержание танинов в листьях древесных растений (на примере города Набережные Челны) // Вестник ПГТУ. Серия: Лес. Экология. Природопользование. – 2013. – №1 (17). – С. 72-80.
3. Бухарина И.Л. Особенности динамики содержания аскорбиновой кислоты и танинов в побегах древесных растений в условиях г. Ижевска // Растительные ресурсы. – 2011. – № 2. – С. 109-117.
4. Кригер Н.В., Козлов М.А., Баранов Е.С. Влияние техногенной нагрузки на содержание аскорбиновой кислоты в листьях древесных растений, произрастающих в разных районах города Красноярска // Вестник КрасГАУ. – 2013. – №10. – С. 116-119.
5. Робакидзе Е.А., Торлопова Н.В. Мониторинг состояния ельников в условиях загрязнения целлюлозно-бумажного производства // Растительные ресурсы. – 2018. – Т. 54. – № 1. – С. 42-58.
6. Фролов А.К. Изменения фотосинтетического аппарата некоторых древесных пород в условиях городской среды // Газоустойчивость растений. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 172-173.
7. Чернышов М.П., Арефьев Ю.Ф., Титов Е.В., Беспаленко О.Н., Дорофеева В.Д., Кругляк В.В., Пярых А.М. Хвойные породы в озеленении Центральной России / Под общей ред. проф. М.П. Чернышова. – М.: Колос, 2007. – 328 с.
8. Augustaitis A., Šopauskiene D. & Baužiene I. Direct and indirect effects of regional air pollution on tree crown defoliation // Baltic Forestry. – 2010. Vol. 16. – № 1. – P. 23–34.
9. Mandre M., Lukjanova A. Biochemical and structural characteristics of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in an alkaline environment // Estonian Journal of Ecology. – 2011. Vol. 60. – Is. 4. – P. 264–283.
10. Малькова И.Л., Семакина А.В. Социально-гигиенический мониторинг состояния атмосферного воздуха г. Ижевска: монография. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2018. – 122 с.
11. Краснощекова Н.С. Эколого-экономическая эффективность зеленых насаждений: Обзорная информация. – М.: ЦЕНТИ Минжилкомхоза РСФСР, 1987. – 44 с.
12. Соколов П.А. Таксация леса. 3 части. Таксация отдельных деревьев. Таксация насаждений. Учебная практика: учебно-методическое пособие. – Ижевск: ФГОУ ВПО Ижевская ГСХА, 2007. – 213 с.
13. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб (переиздание). – М.: Стандартинформ, 2008. – 4 с.
14. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества. – М.: Изд-во стандартов, 1991. – 3 с.
15. ГОСТ 26483-85 Почвы. Приготовление солевой вытяжки и определение ее рН по методу ЦИНАО. – М.: Изд-во стандартов, 1985. – 6 с.
16. ГОСТ 26489-85 Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИНАО. –

Загребин Е.А., Ведерников К.Е. Особенности содержания танинов  
в древесине особой рода Ель (*Picea*) в условиях города (на примере г. Ижевска)

Электронный научно-производственный журнал  
«АгроЭкоИнфо»

М.: Изд-во стандартов, 1985. – 5 с.

17. ГОСТ 26951-86 Почвы. Определение нитратов ионометрическим методом. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 10 с.

18. ГОСТ 28268-89 Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений (переиздание). – М.: Стандартинформ, 2006. – 8 с.

19. ГОСТ Р 54650-2011 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Кирсанова в модификации ЦИНАО (переиздание). – М.: Стандартинформ, 2019. – 11 с.

20. Оболенская А.В., Ельницкая З.П., Леонович А.А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы. – М.: Экология, 1991. – 320 с.

21. Патент РФ № 2439568. Способ определения дубильных веществ в растительном сырье / И.А. Самылина, Р.К. Абоянц, Е.Н. Гринько. По заявке № 2010141622/15. Опубл. 10.01.2012. Бюл. №1.

22. Vedernikov K., Zagrebin E., Bukharina I. Specific Nature of the Biochemical Composition of Spruce Wood from the Forest Stands Exposed to Drying out in European Russia // Kastamonu University Journal of Forestry Faculty. – 2020. – Т. 20. – № 3. – Р. 208-219.

23. Сергейчик С.А. Эколого-физиологический мониторинг устойчивости сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в техногенной среде // Биосфера. – 2015. – Т. 7. - № 4. – С. 384–391.

**Цитирование:**

Загребин Е.А., Ведерников К.Е. Особенности содержания танинов в древесине особой рода Ель (*Picea*) в условиях города (на примере г. Ижевска) [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2021. – №2. – Режим доступа: [http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/2/st\\_223.pdf](http://agroecoinfo.ru/STATYI/2021/2/st_223.pdf). DOI: <https://doi.org/10.51419/20212223>.