

**ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА СОДЕРЖАНИЕ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ  
В ХВОЕ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) В УСЛОВИЯХ г. КРАСНОЯРСКА**

*E.V. Zubareva*

**THE INFLUENCE OF MOTOR TRANSPORT ON THE CONTENT OF ASCORBIC ACID  
IN THE NEEDLES OF PINE ORDINARY (*PINUS SYLVESTRIS* L.) IN THE CONDITIONS  
OF KRASNOYARSK**

**Зубарева Е.В.** – канд. биол. наук, доц. каф. биологии с экологией и курсом фармакогнозии Красноярского государственного медицинского университета им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого, г. Красноярск. E-mail: ekaterina041079@mail.ru

**Zubareva E.V.** – Cand. Biol. Sci., Assoc. Prof., Chair of Biology with Ecology and a Course of Pharmacognosy, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, Krasnoyarsk. E-mail: ekaterina041079@mail.ru

*Наличие в хвое ценных биологически активных веществ и возможности получения из нее дешевых лечебных препаратов, натуральных продуктов для парфюмерно-косметического производства, кормовых и пищевых витаминизированных добавок создает предпосылки для ее комплексной переработки. Изучение пищевых, лекарственных и кормовых растений природной флоры, их региональных особенностей химического состава и питательной ценности, а также влияния факторов окружающей среды на содержание биологически активных веществ является актуальной задачей. Исследования проводились в относительно чистом микрорайоне г. Красноярск – Академгородке. Объектом исследования послужили культурные посадки сосны обыкновенной 57-летнего возраста, посаженные рядами вдоль автомобильной дороги, а также на некотором удалении от нее. В работе использовались математические методы с целью получения достоверных результатов. Для сравнения более двух выборок применяли однофакторный дисперсионный анализ. В результате исследования обнаружена зависимость содержания аскорбиновой кислоты в хвое сосны обыкновенной от близости автодороги. В ходе исследования возникло предположение, что северная сторона дороги испытывает большее отрицательное воздействие автотранспорта, чем южная сторона, из-за особенностей циркуляции воздушных потоков (юго-западная роза ветров) и накоп-*

*ления вредных веществ с северной стороны дороги, выделяемых автомобильным транспортом. Результаты исследования наглядно подтверждают негативное влияние автотранспорта на содержание витамина С в хвое сосны обыкновенной с учетом розы ветров, а значит и на особи этого вида в целом. Древесная зелень сосны обыкновенной, являющаяся отходом лесной промышленности, может служить дешевым и доступным источником витамина С, с учетом влияния автотранспорта.*

**Ключевые слова:** сосна обыкновенная, аскорбиновая кислота, витамин С, количественное содержание, биологически активные вещества, автотранспорт.

*The existence in needles of valuable biologically active agents and possibility of receiving from it cheap medical preparations, natural products for perfumery and cosmetic production, feed and the food vitaminized additives creates prerequisites for its complex processing. Studying of food, medicinal and fodder plants of natural flora, their regional features of chemical composition and nutritional value, and also the influence of factors of environment on the content of biologically active agents is an actual task. The researches were conducted in rather pure residential district of Krasnoyarsk in Akademgorodok. As object of the research cultural plantations of pine ordinary 57-years of age, put by ranks along the highway, and also on some removal from it served. In the study mathematical methods for*

*the purpose of receiving reliable results were used. More than two selections by one-factorial dispersive analysis to comparison were applied. The findings of the study revealed the dependence of ascorbic acid content in the needles of common pines from the highway closeness. In the study, it has been suggested that the North side of the road experiences greater negative impact of vehicles than the South side. This is due to the peculiarities of the circulation of air flows (south-western wind rose) and the accumulation of harmful substances (road transport emissions) on the north side of the road. The study results clearly confirm the negative impact of transport on the vitamin C content in the needles of common pines in view of the wind rose. Wood pulp of common pine which is a waste product of the timber industry can serve as a cheap and readily available source of vitamin C. But harmful influence of motor transport must be taken into account.*

**Keywords:** *common pine, ascorbic acid, vitamin C, quantity contents, biologically active substances, motor transport.*

**Введение.** Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) – одна из самых распространенных хвойных пород в нашей стране. Наличие в хвое ценных биологически активных веществ и возможности получения из нее дешевых лечебных препаратов, натуральных продуктов для парфюмерно-косметического производства, кормовых и пищевых витаминизированных добавок создает предпосылки для ее комплексной переработки [1]. Изучение пищевых, лекарственных и кормовых растений природной флоры, их региональных особенностей химического состава и питательной ценности, а также влияние факторов окружающей среды на содержание биологически активных веществ является актуальной задачей. С пищей в организм человека и животных поступают витамины, участвующие в регуляции биохимических процессов. Аскорбиновая кислота (витамин С) – производное L-гулоновой кислоты, хорошо растворима в воде, мощный стимулятор обмена веществ, активатор некоторых реакций иммунной системы, один из ценнейших для нашего здоровья антиоксидантов. Этот витамин имеет большое значение как в медицине, так и в пищевой промышленности и сельском хозяйстве [4].

Научная новизна. Несмотря на большую изученность изменчивости в систематическом, лесоводственном и других аспектах, сосна обыкновенная недостаточно изучена в изменчивости ее биохимического состава. Необходимы исследования зависимости содержания биологически активных веществ в хвое от эколого-географических и наследственных факторов [3].

Среди современных проблем человечества наиболее важной является проблема ухудшения состояния окружающей среды. Под влиянием антропогенного пресса попадают все составляющие биосферы, и в первую очередь атмосфера. На сегодняшний день главным загрязнителем атмосферы городов выступает автомобильный транспорт. В процессе эксплуатации автомобилей в воздух поступают окислы азота, окись углерода, углеводороды, альдегиды, сажа и пр. Известно, что изменения в степени и форме воздействия хотя бы одного из внешних факторов вызывают разнообразные отклонения во внешнем облике, структуре и физиологических функциях растений, все проявления жизнедеятельности которых не отделимы от условий внешней среды [5].

**Цель исследования:** изучение влияния автотранспорта на содержание аскорбиновой кислоты в хвое сосны обыкновенной в условиях г. Красноярска (Академгородок).

**Задачи исследования:**

- 1) выбрать объекты исследования;
- 2) определить содержание аскорбиновой кислоты в хвое сосны;
- 3) проанализировать влияние выбросов автотранспорта на содержание аскорбиновой кислоты в хвое сосны обыкновенной в заданных условиях;
- 4) сделать выводы по полученным результатам.

В связи с этим, летом 2010 г. нами были начаты исследования влияния автотранспорта на содержание аскорбиновой кислоты в хвое *Pinus sylvestris* L. в условиях г. Красноярска (Академгородок).

**Методы исследования.** Исследования проводились в относительно чистом микрорайоне г. Красноярска – Академгородке [7]. Объектом исследования послужили лесные культуры сосны обыкновенной 57-летнего возраста, посаженные рядами вдоль автомобильной дороги, а также

на некотором удалении от нее (примерно 150 м): А1 – рядовые культурные посадки сосны у Института физики СО РАН (южная, удаленная от дороги сторона), А2 – посадки вдоль дороги (северная, противоположная институту сторона дороги), А3 – посадки вдоль дороги со стороны Института физики (южная сторона), А4 – посадки вдоль школы (северная, удаленная от дороги сторона). Одновозрастные посадки позволили в значительной степени исключить возрастной фактор влияния на физиологические показатели [2]. Чтобы исключить влияние других экологических факторов (освещенности, влажности и т. д.), образцы хвои для анализа брались с нижней

части южного (освещенного) сектора кроны, где у каждой из двадцати особей сосны измерялся диаметр на высоте 1,3 м. Для определения содержания витамина С образцы хвои второго года высушивались до абсолютно сухого состояния, после чего определялось содержание аскорбиновой кислоты титрованием раствором 2,6-дихлорфенолиндофенола. Содержание аскорбиновой кислоты рассчитывалось по формуле [9].

**Результаты исследования.** В таблице 1 представлены результаты исследования хвои сосны двадцати образцов на содержание аскорбиновой кислоты.

Таблица 1

### Содержание витамина С в хвое *Pinus sylvestris* L.

Номер дерева	Возраст, лет	Содержание витамина С, мг%	Среднее содержание витамина С, мг%
А1 – у Института физики СО РАН (южная сторона)			
A1-1	55	171,6	192,94
A1-2	55	226,6	
A1-3	55	260,7	
A1-4	55	178,2	
A1-5	55	127,6	
А2 – вдоль дороги (северная сторона)			
A2-1	55	85,8	122,76
A2-2	55	99	
A2-3	55	143	
A2-4	55	165	
A2-5	55	121	
А3 – вдоль дороги (южная сторона)			
A3-1	55	110	136,40
A3-2	55	74,8	
A3-3	55	149,6	
A3-4	55	226,6	
A3-5	55	121	
А4 – у школы (северная сторона)			
A4-1	55	131	167,88
A4-2	55	189,2	
A4-3	55	176	
A4-4	55	171,6	
A4-5	55	171,6	

Из таблицы 1 видно, что максимальное содержание аскорбиновой кислоты приходится на особи сосны, удаленные от дороги на расстоянии примерно 150 м (А1, А4). С южной стороны у Института физики СО РАН (А1) отмечается

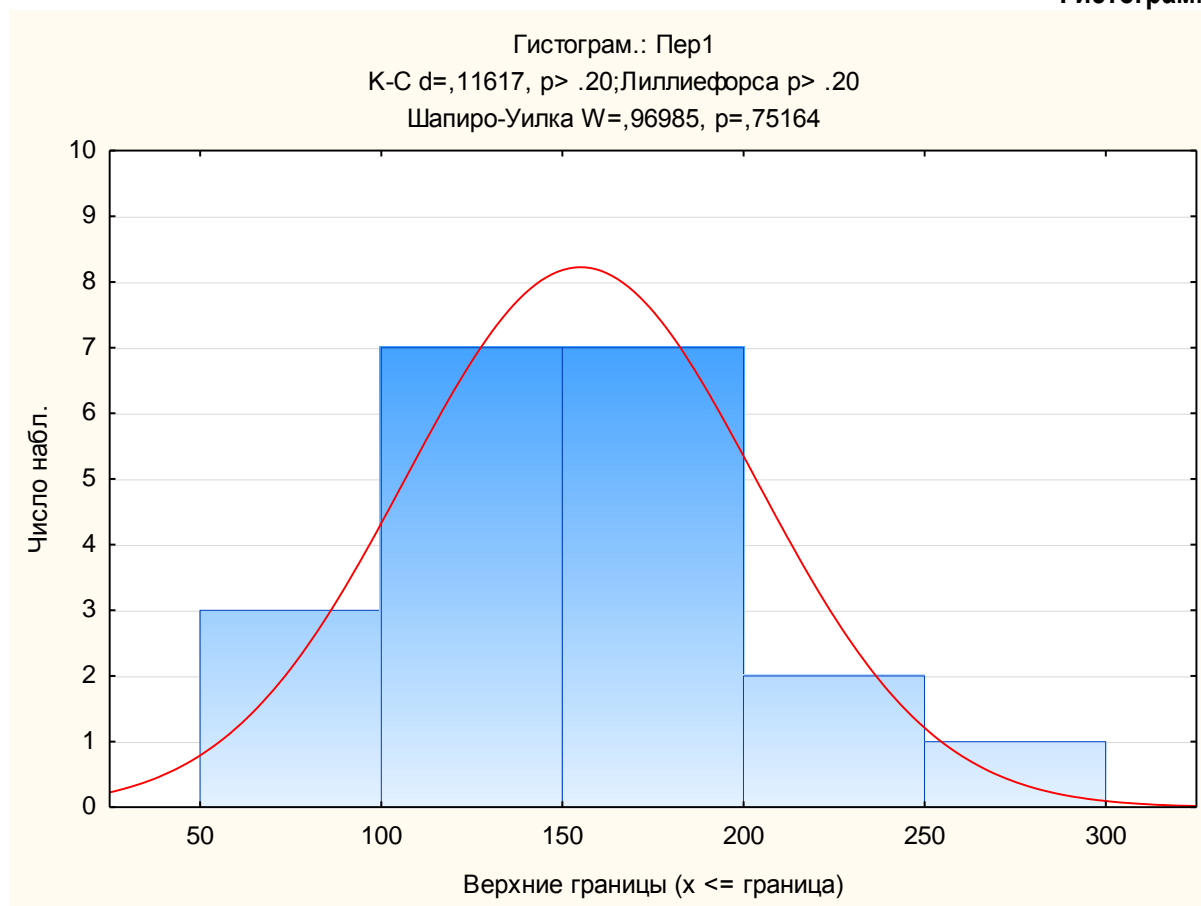
максимальное значение (192,94 мг%) аскорбиновой кислоты; с северной стороны у школы (А4) содержание аскорбиновой кислоты составляет 167,88 мг%. По мере приближения к автодороге мы наблюдаем снижение содержа-

ния витамина С в хвое сосны (136,4; 122,76 мг%. Наименьший показатель аскорбиновой кислоты приходится на особи, произрастающие в непосредственной близости к дороге с северной стороны (122,76 мг%).

При сравнении выборок, с целью получения достоверных результатов, необходимо использовать математические методы. При одновременном сравнении более двух выборок применим однофакторный дисперсионный анализ, который позволяет установить достоверность эффекта влияния фактора (в нашем случае автотранспорта, так как остальные факторы воздействуют в равной степени: возраст, происхо-

ждение, освещенность, диаметр ствола). Используем программу Statistica 10.0 RU. Данный метод применим при соблюдении нескольких критериев: нормальное или близко к нормальному распределение признака, сравниваемые группы одинаковы или примерно одинаковы по объему, группы должны иметь примерно одинаковую дисперсию. Первое условие мы проверили с использованием критериев Шапиро-Уилки и Колмогорова-Смирнова (рис.). Р-уровень значимости равен 0,75164, что больше критического (0,05), и, следовательно, эмпирическое распределение признака не отличается от нормального закона [6].

### Гистограмма



### Нормальность распределения признака

Далее мы сравнивали дисперсии с использованием критерия Левена и выяснили, что дисперсии групп отличаются недостоверно. Затем провели апостериорные (множественные)

сравнения групповых средних значений признака с использованием критерия наименьшей значимой разницы для попарного сравнения выборок (табл. 2).

**Апостериорные сравнения групповых средних значений признака  
с использованием критерия наименьшей значимой разницы**

Объекты	Средние значения			
	{1} - M=192,94	{2} - M=122,76	{3} - M=136,40	{4} - M=167,88
A1 {1}		0,020399	0,054630	0,371725
A2 {2}	0,020399		0,623727	0,117465
A3 {3}	0,054630	0,623727		0,265257
A4 {4}	0,371725	0,117465	0,265257	

В таблице 2 рассчитаны фактические р-уровни значимости для каждого попарного сравнения всех 4 средних значений показателей содержания витамина С в хвое сосны обыкновенной. Анализ таблицы показывает, что достоверно отличаются между собой только A1 и A2 объекты. Остальные объекты отличаются между собой недостоверно.

В результате исследования нами обнаружена зависимость содержания аскорбиновой кислоты в хвое *Pinus sylvestris* L. от близости автодороги. Также можно предположить, что северная сторона дороги испытывает большее отрицательное воздействие автотранспорта, чем южная сторона, из-за особенностей циркуляции воздушных потоков (юго-западная роза ветров) и накопления вредных веществ с северной стороны дороги, выделяемых автомобильным транспортом.

### Выводы

1. Результаты исследования наглядно подтверждают негативное влияние автотранспорта на содержание витамина С в хвое сосны обыкновенной с учетом розы ветров, а значит и на особи этого вида в целом.

2. Древесная зелень сосны обыкновенной, являющаяся отходом лесной промышленности, может служить дешевым и доступным источником витамина С, с учетом влияния автотранспорта.

### Литература

1. Зубарева Е.В., Гончарова Т.М. Влияние автотранспорта на некоторые анатомо-физиологические показатели хвои *Pinus*

*syvestris* L. в условиях г. Красноярска // Ботан. исслед. в Сибири. – Красноярск: Поликом, 2010. – Вып. 18. – С. 85–88.

2. Зубарева Е.В., Сакилиди В.Т. Влияние автотранспорта на содержание каротиноидов в хвое *Pinus sylvestris* L. в условиях города Красноярска // Наука в информационном пространстве: мат-лы VI Международ. науч.-практ. конф. В 5 т. Т. 1. – Днепропетровск, 2010. – С. 10–13.

3. Зубарева Е.В., Сакилиди В.Т., Спиридонова М.С. Содержание аскорбиновой кислоты в хвое географических культур *Pinus sylvestris* L. в условиях Минусинского лесхоза (Красноярский край) // Вестн. КрасГАУ. – Красноярск, 2011. – № 4. – С. 47–51.

4. Зубарева Е.В. Влияние антропогенного фактора на содержание каротиноидов в хвое сосны обыкновенной и возможности использования хвои в медицине // Методология, теория и практика в современной медицине, биологии, фармацевтике, ветеринарии: мат-лы междунар. науч.-практ. конф. (Новосибирск, 1 октября 2013). – Новосибирск: Сибпринт, 2013. – С. 21–29.

5. Мамаев С.А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. Формы изменчивости // Мат-лы по внутривидовой изменчивости и систематике растений. – М.: Изд-во АН СССР, 1968. – Вып. 60. – С. 3–55.

6. Седелев С.И. Биологические методы в биологии и экологии: введение в элементарную биометрию: учеб. пособие / Яросл. гос. ун-т им. П.Г. Демидова. – Ярославль: Изд-во ЯрГУ, 2012. – 140 с.

7. Скрипальщикова Л.Н., Татаринцев А.И., Зубарева О.Н. и др. Экологическое состояние пригородных лесов Красноярск. – Новосибирск: Гео, 2009. – 179 с.
8. Томчук Р.И. Комплексное использование лесосечных отходов. – М.: Лесная промышленность, 1968. – 92 с.
9. Фитолекарствование: лабор. практикум. Ч. 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2002. – 31 с.
4. Zubareva E.V. Vlijanie antropogenogo faktora na sodержanie karotinoidov v hvoe sosny obyknovennoj i vozmozhnosti ispol'zovaniya hvoi v medicine // Metodologija, teorija i praktika v sovremennoj medicine, biologii, farmaceutike, veterinarii: mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konferencii (Novosibirsk, 1 oktjabrja 2013). – Novosibirsk: OOO agentstvo «Sibprint», 2013. – S. 21–29.

#### Literatura

1. Zubareva E.V., Goncharova T.M. Vlijanie avtotransporta na nekotorye anatomo-fiziologicheskie pokazateli hvoi *Pinus sylvestris* L. v uslovijah g. Krasnojarska // Botan. issled. v Sibiri. – Krasnojarsk: Polikom, 2010. – Vyp. 18. – S. 85–88.
2. Zubareva E.V., Sakilidi V.T. Vlijanie avtotransporta na sodержanie karotinoidov v hvoe *Pinus sylvestris* L. v uslovijah goroda Krasnojarska // Nauka v informacionnom prostranstve: mat-ly VI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. V 5 t. T. 1. – Dnepropetrovsk, 2010: – S. 10–13.
3. Zubareva E.V., Sakilidi V.T., Spiridonova M.S. Soderzhanie askorbinovoj kisloty v hvoe geografiche skih kul'tur *Pinus sylvestris* L. v uslovijah Minusinskogo leshoza (Krasnojarskij kraj) // Vestnik KrasGAU. – Krasnojarsk, 2011. – № 4. – S. 47–51.
5. Mamaev S.A. O problemah i metodah vnutrividovoj sistematiki drevesnyh rastenij. Formy izmenchivosti // Mat-ly po vnutrividovoj izmenchivosti i sistematike rastenij. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1968. – Vyp. 60. – S. 3–55.
6. Sedelev S.I. Biologicheskie metody v biologii i jekologii: vvedenie v jelementarnuju biometriju: ucheb. posobie // Jarosl. gos. un-t im. P.G. Demidova. – Jaroslavl': Izd-vo JarGU, 2012. – 140 s.
7. Skripal'shnikova L.N., Tatarincev A.I., Zubareva O.N. [i dr.]. Jekologicheskoe sostojanie prigorodnyh lesov Krasnojarska. – Novosibirsk: Geo, 2009. – 179 s.
8. Tomchuk R.I. Kompleksnoe ispol'zovanie lesosechnyh othodov. – M.: Lesnaja promyshlennost', 1968. – 92 s.
9. Фитолекарствование: лабор. практикум. Ч. 1 / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2002. – 31 с.

