

ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ

[М. А. Ханина¹, Е. Н. Гусельникова², А. П. Родин¹, В. В. Иванова³](#)

¹ГОУ ВО МО «Государственный гуманитарно-технологический университет»
(г. Орехово-Зуево)

²ООО «Фармакопейка Фармасиз Инкорпорейтед» (г. Новосибирск)

³ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет» Минздрава
России (г. Новосибирск)

Определение качественного состава и количественного содержания макро- и микроэлементов в образцах *Betulae folia* проводилось методом масс-спектро스코пии с индуктивно связанной плазмой на приборе «ELAN-DRC» в ООО «Химико-аналитический центр „ПЛАЗМА“», г. Томск. В результате анализа во всех исследуемых образцах установлено присутствие 61-го элемента, и по качественному составу элементов различий не обнаружено. Различия наблюдаются в количественном содержании элементов в зависимости от воздействия загрязняющих факторов и от продолжительности их воздействия на растение.

Ключевые слова: листья березы, загрязняющие факторы, автотранспорт, промышленные выбросы, световое загрязнение, элементный состав.

Ханина Миниса Абдуллаевна — доктор фармацевтических наук, профессор, исполняющий обязанности заведующего кафедрой химии ГОУ ВО МО «Государственный гуманитарно-технологический университет», рабочий телефон: 8 (496) 425-78-75, e-mail: Khanina06@mail.ru

Гусельникова Елена Николаевна — провизор ООО «Фармакопейка Фармасиз Инкорпорейтед», рабочий телефон: 8 (383) 363-99-01, e-mail: gen831@mail.ru

Родин Анатолий Петрович — кандидат медицинских наук, доцент кафедры фармакологии и фармацевтических дисциплин ГОУ ВО МО «Государственный гуманитарно-технологический университет», рабочий телефон: 8 (496) 425-78-75, e-mail: RodinAP@Yandex.ru

Иванова Виктория Валерьевна — аспирант заочной формы обучения на кафедре фармакологии ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 236-09-02, e-mail: vik02051982@yandex.ru

Введение. Одной из важнейших демографических тенденций нашего времени является урбанизация. С ростом числа и размеров городов стремительно нарастают экологические проблемы, в основе которых лежит несколько объективных причин: высокая концентрация населения и огромного промышленного потенциала на весьма ограниченной территории, а также наличие мощной автотранспортной сети. Концентрация промышленного потенциала и автотранспорта неминуемо приводит к загрязнению городской среды и ухудшению условий жизнедеятельности и безопасности здоровья не только человека, но и растений, произрастающих в условиях мегаполиса. В современное время в России автотранспорт является одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха. Над крупными городами атмосфера содержит в 10 раз больше аэрозолей и в 25 раз больше газов. При этом 60–70 % газового загрязнения дает автомобильный транспорт. К числу приоритетных загрязнителей атмосферы, поступающих в городскую атмосферу с отработавшими газами автомобилей, относятся свинец (80 % выбросов), оксид углерода (59 %), оксиды азота (32 %), бенз(а)пирен, летучие углеводороды. На долю свинца приходится более 50 % экономического ущерба от загрязнения атмосферы автотранспортом [1, 2].

В последнее время формой физического загрязнения окружающей среды признают так называемое световое загрязнение, влияющее на устоявшуюся экосистему и имеющее многочисленные неблагоприятные последствия [3, 4]. В соответствии с нормативными документами дано следующее определение светового загрязнения: «Форма физического загрязнения окружающей среды, связанная с периодическим или продолжительным превышением уровня естественной освещённости местности, в том числе и за счет использования источников искусственного освещения» [5].

По мнению исследователей, наиболее важным является влияние светового загрязнения на биосферу. Световое загрязнение отрицательно влияет на растительный мир. Так, деревья, находящиеся рядом с искусственными источниками освещения, не чувствуют приближения зимы по сокращению продолжительности светового дня, оказываются физиологически не готовыми к холодам и могут вымерзнуть. Увеличение периода фотосинтеза, вызванного применением искусственного света, ведёт к неестественному росту растений и смещению фазы цветения [4]. Комплексное изучение влияния светового загрязнения на живые организмы лишь начинается. Однако уже существует ряд научных доказательств того, что небо, ночью наполненное светом, оказывает существенное воздействие на растения, животных и человека [6–8].

Для озеленения мегаполисов (парковая зона и вдоль автодорог) наиболее часто используют березу бородавчатую (или березу повислую) — *Betula verrucosa* Ehrh. (синоним *Betula pendula* Roth.) и березу пушистую (или березу белую) — *Betula pubescens* Ehrh. (*Betula alba* L.). Растения, произрастая в черте мегаполиса, испытывают сочетанное влияние всех неблагоприятных факторов — световое загрязнение, выбросы автотранспорта и промышленные выбросы (рис. 1).



Рис. 1. Воздействие «светового загрязнения» на *Betula pendula*

Цель исследования: изучить влияние неблагоприятных факторов (автотранспорт, световое загрязнение, промышленные выбросы) на состав и содержание макро- и микроэлементов в листьях березы.

Материалы и методы. Объектами исследования служили березы листья — *Betulae folia*, собранные в 2012 году в Новосибирской области (табл. 1). Для исследования взяты листья растений, произрастающих на ограниченной территории (Новосибирская область, Новосибирский район), для исключения влияния географических, почвенных, климатических факторов.

Таблица 1

Образцы листьев березы, взятые для исследования

№ п/п	Место сбора, дата заготовки
1	Новосибирская область, Новосибирский район, окрестности поселка Пашино, 22.06.12 (экологически чистое)
2	Окрестности г. Новосибирска, поселок Гвардейский, жилая зона поселка, листва возле фонаря уличного освещения, 29.11.11 (автотранспорт + свет, ноябрь)

3	Окрестности г. Новосибирска, поселок Гвардейский, жилая зона поселка, дерево возле проезжей части, листва возле фонаря уличного освещения, 31.05.12 (автотранспорт + свет, май)
4	Окрестности г. Новосибирска, поселок Гвардейский, жилая зона поселка, дерево возле проезжей части, листва с противоположной стороны от фонаря уличного освещения, 31.05.12 (автотранспорт)
5	г. Новосибирск, промышленная площадка одного из промышленных предприятий г. Новосибирска, 03.06.12 (промплощадка)

Собранное сырье сушили естественной воздушно-теновой сушкой. Исследования проводились на высушенных (воздушно-сухих) образцах сырья.

Определение качественного состава и количественного содержания макро- и микроэлементов в исследуемых образцах *Betulaefolia* проводилось методом масс-спектропии с индуктивно связанной плазмой на приборе «ELAN-DRC» в ООО «Химико-аналитический центр „ПЛАЗМА“», г. Томск [9].

Результаты исследований. В результате проведенных исследований выявлено, что во всех исследуемых образцах листьев березы независимо от влияния экологических факторов и сроков сбора присутствует 61 элемент (табл. 2).

Таблица 2

Содержание элементов в образцах листьев березы в зависимости от экологических условий произрастания и сроков сбора (мкг/г)

№ п/п	Элемент	Образцы				
		1	2	3	4	5
1	Li	0,10	0,35	0,11	0,10	0,11
2	Be	0,0039	0,0072	0,022	0,0072	0,011
3	B	18,6	55,4	31,1	26,4	23,9
4	Na	51,0	75,0	61,0	66,0	57,0
5	Mg	3741,0	4103,0	3162,0	3388,0	2748,0
6	Al	171,0	198,0	216,0	240,0	218,0
7	P	2915,0	2072,0	2537,0	2707,0	2390,0
8	K	14613,0	6622,0	14282,0	14133,0	15232,0
9	Ca	7521,0	24897,0	17520,0	16137,0	11087,0
10	Ti	8,79	13,03	14,3	16,3	15,8
11	V	0,37	0,66	0,46	0,50	0,46
12	Cr	3,80	3,64	3,76	3,90	3,98
13	Mn	1323,0	294,0	159,0	234,0	260,0
14	Fe	172,0	224,0	230,0	243,0	241,0
15	Co	0,32	0,62	0,36	0,38	0,41
16	Ni	3,97	1,86	3,96	5,59	3,84
17	Cu	7,21	4,05	9,37	9,77	9,20
18	Zn	185,0	124,0	154,0	122,0	135,0
19	Ga	0,091	0,065	0,060	0,077	0,068

20	Ge	0,0066	0,0050	0,0060	0,0090	0,0069
21	As	0,15	1,06	0,22	0,24	0,24
22	Se	0,44	0,74	0,50	0,27	0,49
23	Br	2,17	6,42	1,83	2,08	2,04
24	Rb	8,00	2,87	7,99	8,23	7,79
25	Sr	25,6	52,2	40,4	38,3	39,2
26	Y	0,064	0,090	0,081	0,090	0,079
27	Zr	0,27	0,42	0,50	0,53	0,47
28	Nb	0,028	0,038	0,036	0,042	0,041
29	Mo	0,12	0,52	0,96	1,04	0,29
30	Ag	0,012	0,010	0,0093	0,0082	0,0083
31	Cd	0,47	0,068	0,063	0,062	0,072
32	Sn	0,43	0,11	0,87	1,07	0,64
33	Sb	0,058	0,18	0,082	0,065	0,37
34	I	0,067	0,21	0,055	0,041	0,040
35	Cs	0,022	0,023	0,038	0,038	0,032
36	Ba	129,0	37,1	23,6	19,4	48,4
37	La	0,066	0,12	0,096	0,13	0,11
38	Ce	0,12	0,23	0,18	0,21	0,19
39	Pr	0,015	0,026	0,020	0,026	0,022
40	Nd	0,058	0,102	0,082	0,094	0,087
41	Sm	0,014	0,023	0,015	0,023	0,019
42	Eu	0,0038	0,0034	0,0029	0,0039	0,0036
43	Gd	0,016	0,022	0,019	0,022	0,019
44	Tb	0,0023	0,0032	0,00304	0,0032	0,0028
45	Dy	0,0094	0,016	0,013	0,017	0,013
46	Ho	0,0019	0,0042	0,0034	0,0037	0,0026
47	Er	0,0046	0,0078	0,0091	0,0064	0,0078
48	Tm	0,00079	0,0015	0,0018	0,0013	0,0014
49	Yb	0,0048	0,0072	0,0067	0,0068	0,0058
50	Lu	0,00098	0,0012	0,0014	0,0015	0,0013
51	Hf	0,0051	0,0071	0,0078	0,0057	0,0070
52	Ta	0,0028	0,0027	0,0023	0,0034	0,0025
53	W	0,0092	0,034	0,035	0,014	0,020
54	Au	0,059	0,070	0,049	0,042	0,067
55	Hg	0,0033	0,0202	0,00702	0,0082	0,026
56	Tl	0,00298	0,0029	0,0017	0,0027	0,0026
57	Pb	0,30	0,96	0,38	0,45	0,73

58	Bi	0,0052	0,0063	0,0032	0,0044	0,0058
59	Th	0,020	0,029	0,029	0,026	0,027
60	U	0,0083	0,024	0,015	0,017	0,019

Примечание: в таблице приведены средние значения 5-ти измерений

При сравнительном анализе количественного содержания элементов установлено, что содержание большинства элементов в исследуемых образцах очень близко, что подтверждает исключение влияния других факторов окружающей среды, кроме неблагоприятных факторов (автотранспорт, свет, промышленные выбросы). У всех исследуемых образцов выявлены макроэлементы, это — K, Ca, Mg, P, Mn, Fe, Al, Zn, Na (приведены в порядке убывания).

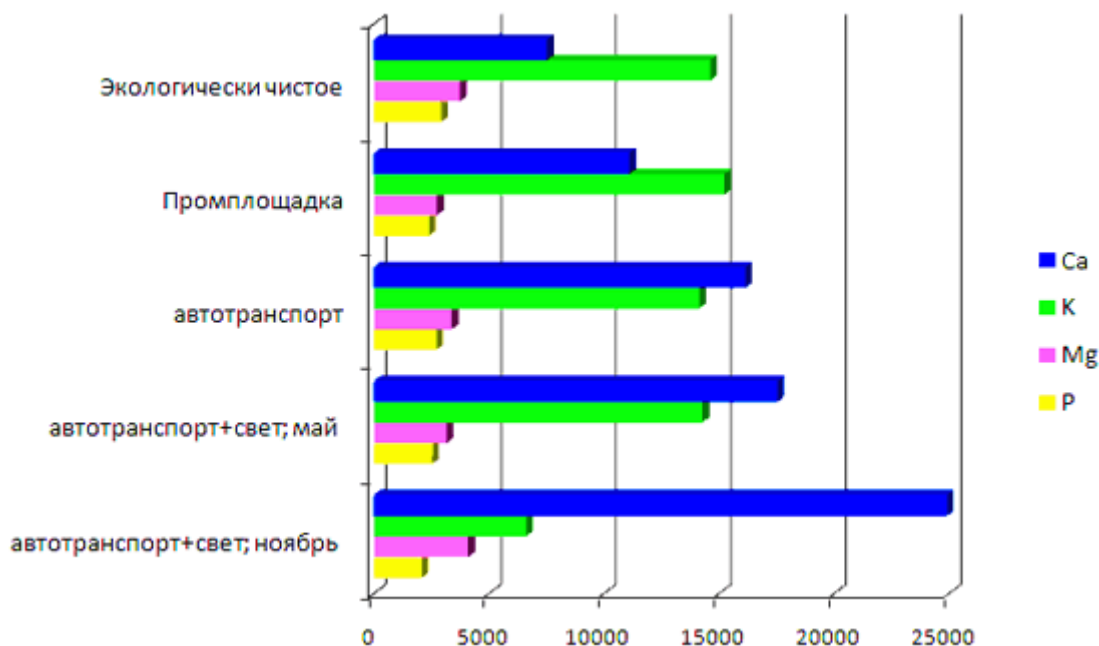


Рис. 2. Зависимость накопления макроэлементов в образцах листьев березы от воздействия неблагоприятных экологических факторов

Как видно из диаграммы (рис. 2), наибольшее содержание кальция и наименьшее содержание калия наблюдается у сырья, неблагоприятными условиями произрастания которого является автотранспортное и световое загрязнение, причём содержание кальция в конце вегетации (ноябрь) выше, чем в начале вегетации (май), а содержание калия снижается к концу вегетации. Содержание магния и фосфора во всех образцах примерно одинаковое.

При анализе содержания токсичных элементов (мышьяк, свинец и сурьма), рис. 3, выявлено, что наибольшее их содержание наблюдается у образцов листьев березы, неблагоприятными условиями произрастания которых является промышленное загрязнение, а также суммарное автотранспортное и световое загрязнение. Наименьшее содержание данных токсических элементов наблюдается у экологически чистого сырья.

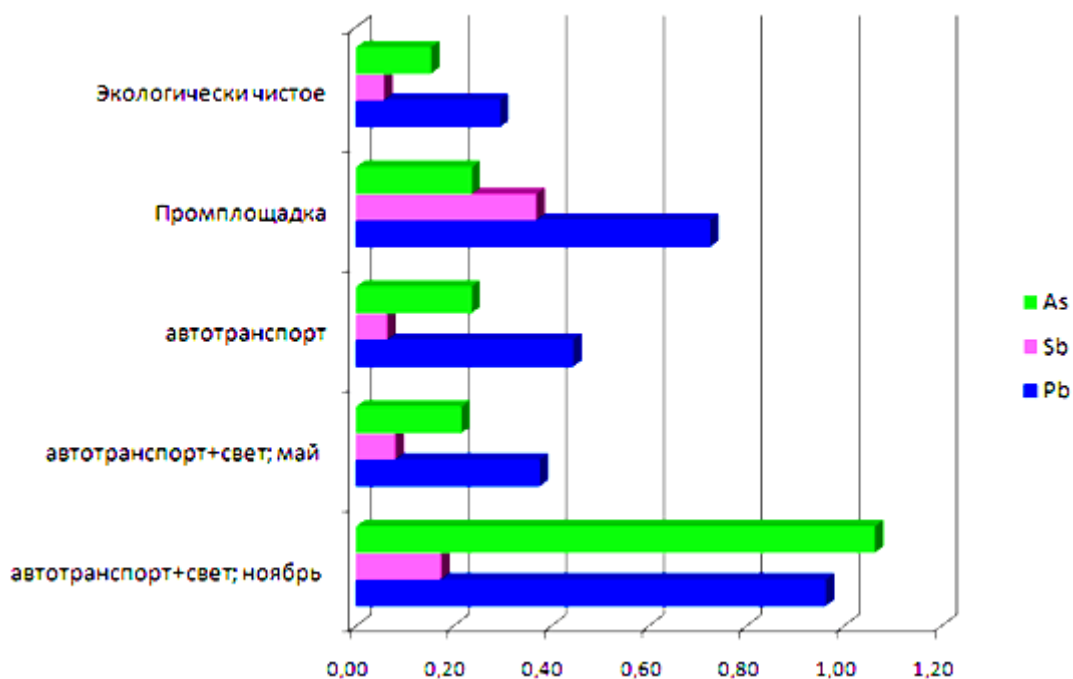


Рис. 3. Зависимость накопления мышьяка, сурьмы и свинца в листьях березы от воздействия загрязняющих экологических факторов

Анализ зависимости накопления таких элементов, как стронций и барий, выявил, что наибольшее содержание стронция наблюдается у образца № 2 (автотранспорт + свет, ноябрь), а наибольшее содержание бария наблюдается у образца № 5 (промплощадка), рис. 4. Противоположная зависимость наблюдается для химического элемента рубидия — наибольшее накопление данного элемента наблюдается у образца № 1 (экологически чистое сырье), а наименьшее содержание рубидия наблюдается у образца № 2 (автотранспорт + свет, ноябрь).

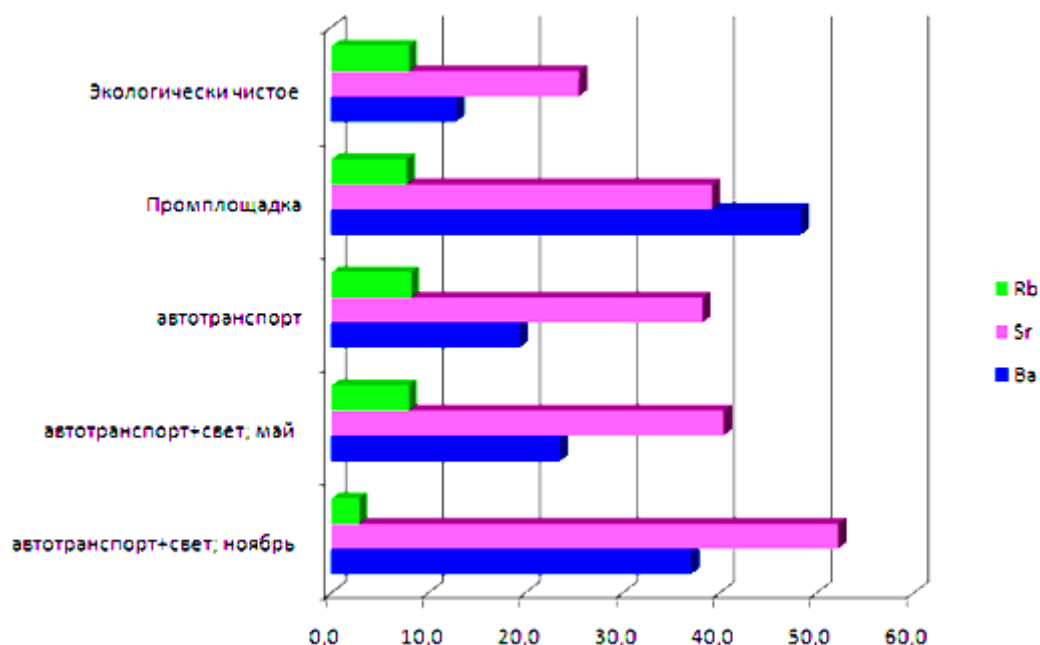


Рис. 4. Зависимость накопления бария, стронция и рубидия в листьях березы от влияния загрязняющих экологических факторов

При анализе содержания ртути было выявлено, что максимальное содержание данного

элемента наблюдается у образцов № 5 (промплощадка) и № 2 (автотранспорт + свет, ноябрь), причём содержание ртути в конце вегетации (ноябрь) выше, чем в начале вегетации (май). Наибольшее содержание бериллия наблюдается у образца № 3 (автотранспорт + свет, май), а максимальное содержание серебра наблюдается у экологически чистого сырья (образец № 1), рис. 5.

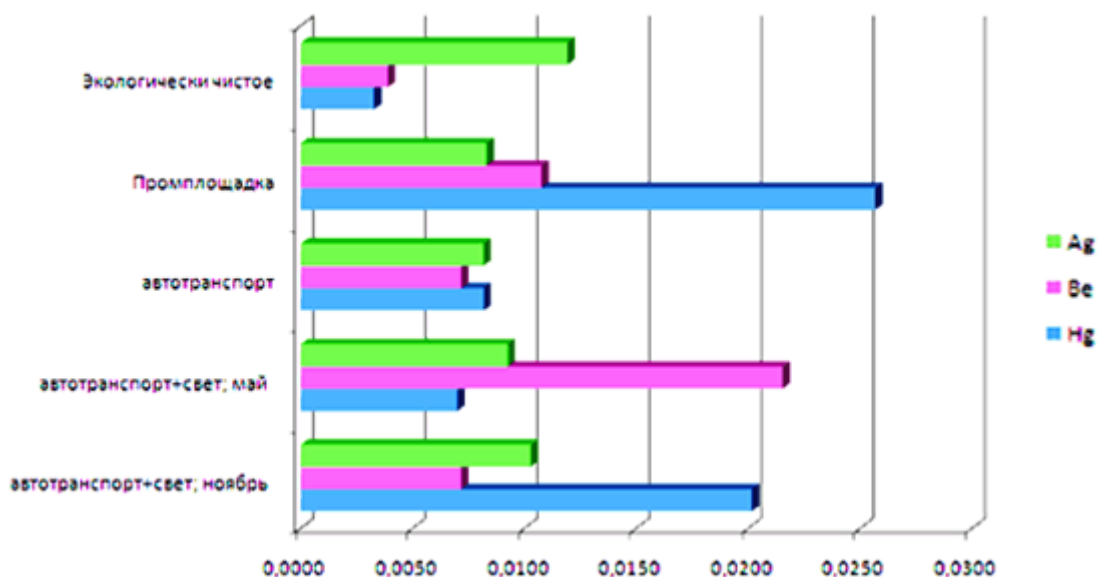


Рис. 5. Зависимость содержания серебра, бериллия и ртути в листьях березы от влияния загрязняющих экологических факторов

Обсуждение результатов и выводы. Для исключения влияния различных экологических факторов окружающей среды (географический, климатический, орографический и др.) нами для исследования были взяты образцы листьев березы, собранные с растений, произрастающих на ограниченной территории (Новосибирский район) и испытывающих воздействие загрязняющих факторов. Причем, для выявления зависимости элементного состава листьев от продолжительности воздействия загрязняющих факторов были собраны образцы листьев с одного растения в разные периоды (ноябрь и май). В результате анализа во всех исследуемых образцах установлено присутствие 61-го элемента, и по качественному составу элементов различий не обнаружено. Различия наблюдаются в количественном содержании элементов в зависимости от воздействия загрязняющих факторов и от продолжительности их воздействия на растение.

Наибольшее отклонение от нормы (если за норму принять содержание элементов в экологически чистом образце № 1) наблюдаются в образце листьев, подвергнутых сочетанному воздействию загрязняющих факторов в течение продолжительного времени — образец № 2 (автотранспорт + свет, ноябрь).

Список литературы

1. Ситдикова А. А. Анализ влияния выбросов автотранспорта в крупном промышленном городе на состояние загрязнения атмосферного воздуха / А. А. Ситдикова, Н. В. Святова, И. В. Царева // Современные проблемы науки и образования. — Пенза : Издательский дом «Академия естествознания», 2015. — № 3. — С. 591–598.
2. Оценка влияния и риск для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта / Н. В. Степанова [и др.] // Фундам. исследования. — 2014. — № 10–6. — С. 1185–1190.
3. Унжаков А. Р. Экологические последствия влияния светового загрязнения на фауну

- в условиях урбанизации / А. Р. Унжаков // Вестн. мордовского ун-та. — 2009. — С. 150-151.
4. Бармасов А. В. Биосфера и физические факторы. Световое загрязнение окружающей среды / А. В. Бармасов, А. М. Бармасова, Т. Ю. Яковлева // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. — 2014. — № 33. — С. 84-101.
 5. Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения : ГОСТ 30772-2001. — Введ. 2001—12—28. — М. : Изд-во стандартов, 2001.
 6. Анисимов В. Н. Световой режим, мелатонин и риск развития рака / В. Н. Анисимов, И. А. Виноградова // Вопр. онкологии. — 2006. — Т. 52, № 5. — С. 491-498.
 7. Ecological consequences of artificial night lighting / Eds. C. Rich, T. Longcore. — Washington : Island Press, 2006. — 458 p.
 8. Navara K. J. The dark side of light at night : physiological, epidemiological, and ecological consequences / K. J. Navara, R. J. Nelson // J. Pineal Res. — 2007. — Vol. 43. — P. 215-224.
 9. Томпсон М. Руководство по спектрометрическому анализу с индуктивно-связанной плазмой / М. Томпсон, Д. Н. Уолш. — М. : Недра, 1988. — 288 с.

THE INFLUENCE OF ECOLOGICAL FACTORS ON ELEMENT STRUCTURE OF LEAVES OF THE BIRCH

[*M. A. Khanina¹, E. N. Guselnikova², A. I. Rodin¹, V. V. Ivanova³*](#)

¹SEI HE of Moscow region «Moscow state regional humanitarian institute» (Orekhovo-Zuyevo)

²JSC «Farmakopeika Pharmacies Incorporated» (Novosibirsk)

³SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health» (Novosibirsk)

Definition of qualitative structure and quantitative contents of macro- and microelements in *Betulae folia* samples was carried out by a mass spectroscopy method with inductively connected plasma on the «ELAN-DRC» device at JSC «Chemical Analysis Center „PLAZMA“», Tomsk. As a result of the analysis the presence of the 61st element is established in all studied samples, and differences on qualitative structure of elements are not revealed. Differences are observed in the quantitative maintenance of elements depending on influence of the polluting factors and on duration of their impact on a plant.

Keywords: the birch leaves, polluting factors, motor transport, industrial emissions, light pollution, element structure.

About authors:

Khanina Minisa Abdullayevna — doctor of pharmaceutical science, professor, acting head of pharmacology and pharmaceutical disciplines chair at SEI HE of Moscow region «Moscow state regional humanitarian institute», office phone: 8 (496) 425-78-75, e-mail: Khanina06@mail.ru

Guselnikova Elena Nikolaevna — pharmacist at JSC «Farmakopeika Pharmacies Incorporated», office phone: 8 (383) 363-99-01, e-mail: gen831@mail.ru

Rodin Anatoly Petrovich — candidate of medical science, assistant professor of pharmacology and pharmaceutical disciplines chair at SEI HE of Moscow region «Moscow state regional humanitarian institute», office phone: 8 (496) 425-78-75, e-mail: RodinAP@Yandex.ru

Ivanova Victoria Valerievna — correspondence post-graduate student of pharmacology chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 236-09-02, e-mail: vik02051982@yandex.ru

List of the Literature:

1. Sitdikova A. A. The analysis of influence of emissions of motor transport in the large industrial city on a state of pollution of atmospheric air / A. A. Sitdikova, N. V. Svyatov, I. V. Tsarev // Modern problems of science and education. — Penza : Academy of Natural Sciences publishing house, 2015. — N 3. — P. 591-598.
2. An assessment of impact and risk concerning health of the population from pollution of atmospheric air emissions of motor transport / N. V. Stepanova [et al.] // Fundam.

- researches. — 2014. — N 10-6. — P. 1185-1190.
3. Unzhakov A. R. Ecological consequences of influence of light pollution on fauna in the conditions of urbanization / A. R. Unzhakov // Bulletin of Mordovian University. — 2009. — P. 150-151.
 4. Barmasov of A. V. Biosphere and physical factors. Light environmental pollution / A. V. Barmasov, A. M. Barmasova, T. Y. Yakovleva // Scientific notes of the Russian state hydrometeorological university. — 2014. — N 33. — P. 84-101.
 5. Resource-saving. Wastage application. Terms and definitions : NT 30772-2001. — Int. 2001—12—28. — M. : Publishing house of standards, 2001.
 6. Anisimov V. N. Light mode, melatonin and risk of development of cancer / V. N. Anisimov, I. A. Vinogradova // Issues of oncology. — 2006. — Vol. 52, N 5. — P. 491-498.
 7. Ecological consequences of artificial night lighting / Eds. Page of Rich, T. Longcore. — Washington: Island Press, 2006. — 458 p.
 8. Navara K. J. The dark side of light at night : physiological, epidemiological, and ecological consequences / K. J. Navara, R. J. Nelson // J. Pineal Res. — 2007. — Vol. 43. — P. 215-224.
 9. Thompson M. Guidance according to the spectrometer analysis with inductive and connected plasma / M. Thompson, D. N. Walsh. — M. : Subsoil, 1988. — 288 p.