

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА ЛИСТЬЕВ БЕРЕЗЫ

[М. А. Ханина¹, Е. Н. Гусельникова², А. П. Родин¹, Ю. В. Лигостаева³](#)

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)

Целью исследования являлась оценка влияния загрязняющих факторов (автотранспорт, промышленные выбросы, световое загрязнение) на содержание веществ первичного и вторичного синтеза (биологически активные вещества (БАВ) — аминокислоты, полифенольные окисляемые соединения, флавоноиды, тритерпеновые соединения, аскорбиновая кислота, гидроксикоричные кислоты) в листьях березы. В результате проведенных исследований установлено, что загрязняющие факторы (выбросы автотранспорта, промышленные выбросы, световое загрязнение) приводят к снижению содержания основных групп БАВ (за исключением аминокислот).

Ключевые слова: листья березы, биологически активные вещества, антропогенная нагрузка, автотранспорт, световое загрязнение, промышленные выбросы.

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

Лигостаева Юлия Валерьевна — преподаватель кафедры фармакогнозии и ботаники ГБОУ ВПО «Новосибирский государственный медицинский университет», рабочий телефон: 8 (383) 225-07-13, e-mail: benna89@mail.ru

Введение. Исследования различных урбоэкосистем показывают, что для эффективного управления качеством городской среды необходимо обладать достаточной информацией об эколого-физиологическом состоянии городских фитоценозов. Наибольшее внимание отводится изучению состояния травянистых и древесных насаждений. Установлены высокие уровни корреляционных связей между морфологическими и физиологическими параметрами древесных растений и токсикологическими нагрузками. Показано, что древесные растения обладают высокой чувствительностью к антропогенной нагрузке, поэтому могут служить адекватными индикаторами состояния урбоэкосистемы [1]. Для ранней диагностики состояния растений крупных городов могут быть использованы физиолого-биохимические характеристики ассимилирующих органов, которые в значительной мере определяют ростовые и репродуктивные процессы, а также наиболее чувствительны к экологическим изменениям окружающей среды. Известно, что одним из биохимических показателей реакции растений на изменение факторов внешней среды, степени их адаптации к новым экологическим условиям является содержание вторичных метаболитов [2].

Цель исследования: оценка влияния загрязняющих факторов (автотранспорт, промышленные выбросы, световое загрязнение) на содержание веществ первичного и вторичного синтеза (биологически активные вещества (БАВ) — аминокислоты, полифенольные окисляемые соединения, флавоноиды, тритерпеновые соединения, аскорбиновая кислота, гидроксикоричные кислоты) в листьях березы.

Материалы и методы. Объектами исследования служили березы листья — *Betulae folia*, собранные в 2012 году на территории Западной Сибири, Уральского региона и Европейской части РФ (табл. 1).

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
2	Пермский край, Верещагинский район, 27.07.12
3	Костромская область, Кологривский район, 03.08.12
4	Окрестности г. Новосибирска, поселок Гвардейский, жилая зона поселка, листва возле фонаря уличного освещения, 29.11.11
5	Окрестности г. Новосибирска, поселок Гвардейский, жилая зона поселка, дерево возле проезжей части, листва возле фонаря уличного освещения, 31.05.12
6	Окрестности г. Новосибирска, поселок Гвардейский, жилая зона поселка, дерево возле проезжей части, листва с противоположной стороны от фонаря уличного освещения, 31.05.12
7	г. Новосибирск, промышленная площадка одного из промышленных предприятий, 03.06.12

Собранное сырье сушили естественной сушкой (воздушно-теневой). Исследования проводились на воздушно-сухом сырье с учетом влажности.

Содержание БАВ определяли в суммарных извлечениях, полученных из объектов исследования. Суммарные извлечения получали дробной мацерацией при нагревании на водяной бане при кипении экстрагента (вода очищенная, водно-спиртовые смеси с содержанием спирта этилового 40, 70, 90 %). Исследования проводились на приборе

«Спектрофотометр СФ-56». Для построения калибровочных графиков использовали стандартные образцы веществ (рутин, бетулоновая кислота, танин, хлорогеновая кислота, аспарагиновая кислота, аскорбиновая кислота).

Определение количественного содержания основных групп БАВ проводили спектрофотометрическим методом при определенных длинах волн. Расчеты содержания суммы БАВ проводили по калибровочным графикам или с использованием растворов стандартных веществ. Сумму тритерпеновых сапонинов определяли в пересчете на бетулоновую кислоту при длине волны 285 нм, гидролизуемых полифенольных окисляемых соединений (дубильных веществ) — в пересчете на танин при длине волны 275 нм, флавоноидов — в пересчете на рутин при длине волны 361 нм, гидроксикоричных кислот — на хлорогеновую кислоту при длине волны 326 нм, сумму аминокислот — в пересчете на аспарагиновую кислоту при длине волны 572 нм, аскорбиновой кислоты — в пересчете на аскорбиновую кислоту при длине волны 245 нм.

Результаты исследований. Анализ количественного содержания тритерпеновых сапонинов выявил, что регион произрастания не оказывает существенного влияния на данный показатель (19,7–21,5 %) (рис. 1). При сравнительном анализе результатов исследований образцов, собранных в экологически чистых районах (№ 1–3) с образцами, собранными в районах с наличием загрязняющих факторов (№ 4–7), выявлено, что загрязняющие факторы приводят к снижению данного показателя (16,3–18,3 %).

При сравнительном анализе образцов, собранных в неблагоприятных экологических условиях произрастания, установлено, что образцы, собранные ранней весной (№ 5, 6), характеризуются меньшим содержанием сапонинов независимо от наличия или отсутствия светового загрязнения. По мере развития листьев содержание в них сапонинов увеличивается (№ 7, 4) (рис. 1).

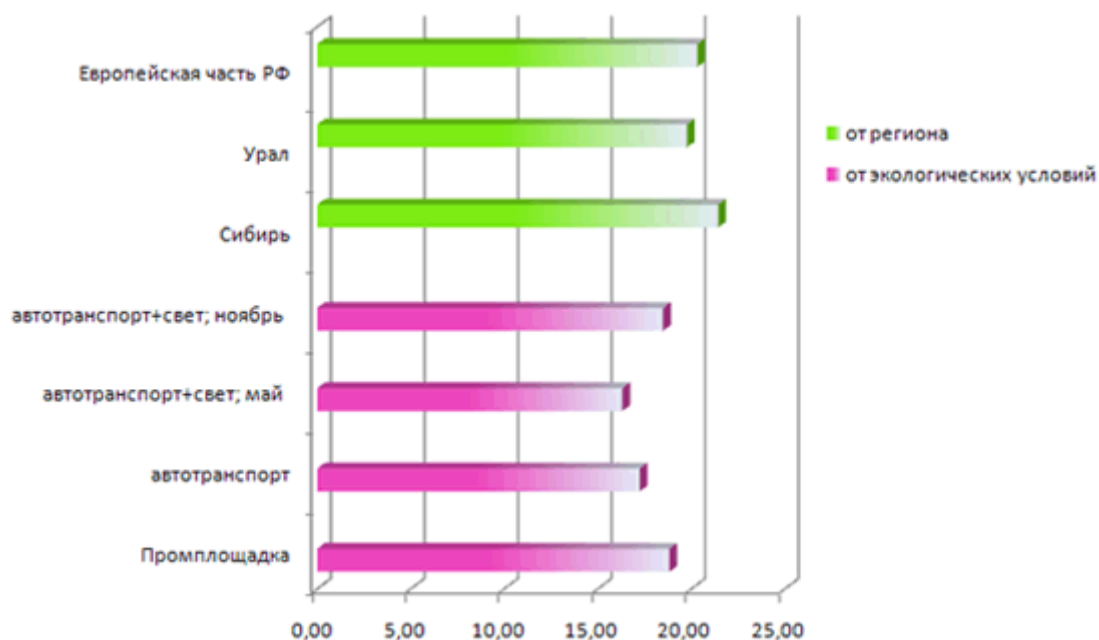


Рис. 1. Зависимость количественного содержания тритерпеновых сапонинов в *Betulae folia* от региона и условий произрастания (в %, в пересчете на абсолютно сухое сырье)

Анализ количественного содержания дубильных веществ в исследуемых образцах выявил, что на содержание данной группы веществ регион произрастания не оказывает существенного влияния (рис. 2).

Установлено, что содержание дубильных веществ в образцах из экологически чистых мест произрастания (8,6–8,9 %) превышает данный показатель у образцов из мест произрастания с загрязняющими факторами (6,7–7,9 %).

При сравнительном анализе образцов, собранных в неблагоприятных экологических условиях произрастания, установлено, что сочетанное загрязнение (автотранспорт + свет) вызывает максимальное снижение данной группы БАВ.

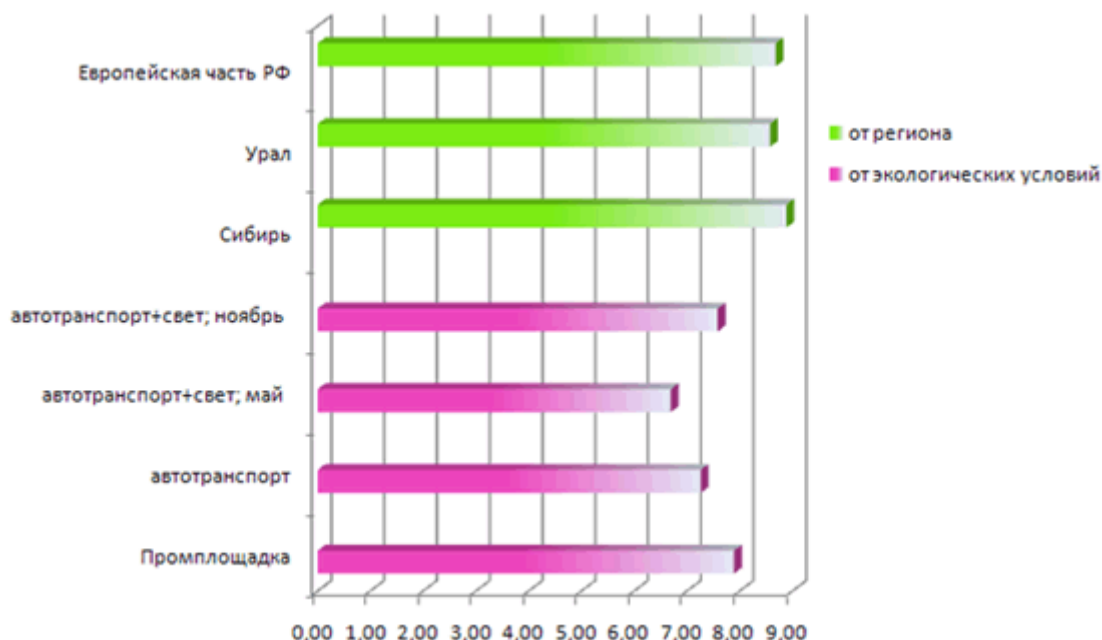


Рис. 2. Зависимость количественного содержания дубильных веществ в *Betulae folia* от региона и условий произрастания (в %, в пересчете на абсолютно сухое сырье)

Установлено, что в условиях сочетанного воздействия загрязняющих факторов в листьях березы в процессе вегетации (образцы № 4 и 5) идет накопление дубильных веществ (рис. 2).

Анализ количественного содержания флавоноидов в исследуемых образцах показал, что на содержание исследуемой группы веществ регион произрастания не оказывает существенного влияния (рис. 3). Существенное влияние на накопление флавоноидов оказывают экологические условия — неблагоприятные экологические условия снижают содержание исследуемой группы БАВ. При анализе образцов, собранных в неблагоприятных экологических условиях произрастания, установлено, что сочетанное загрязнение (автотранспорт + свет) вызывает максимальное снижение данной группы БАВ.

Примечательно, что в образцах № 4 и 5 — с одинаковым видом загрязнения (свет + автотранспорт), но разные даты сбора (начало и конец вегетации), сумма флавоноидов снижается к концу вегетации (рис. 3).

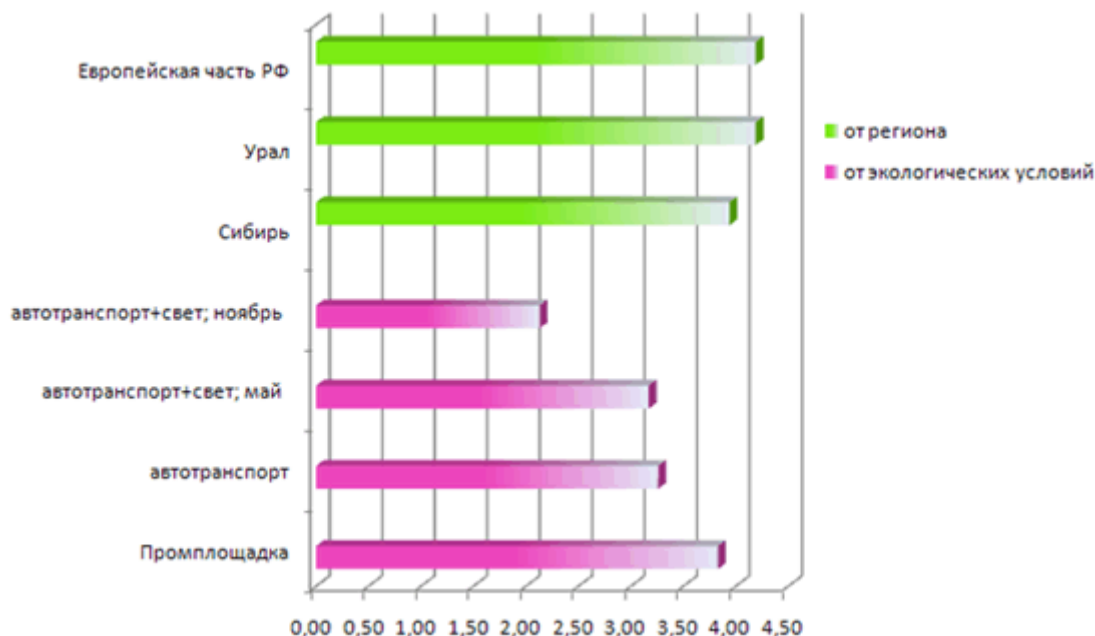


Рис. 3. Зависимость количественного содержания флавоноидов в *Betulae folia* от региона и условий произрастания (в %, в пересчете на абсолютно сухое сырье)

Анализ количественного содержания гидроксикоричных кислот в исследуемых образцах выявил, что на содержание данной группы веществ регион произрастания оказывает существенное влияние: сумма гидроксикоричных кислот в образцах, собранных в Европейской части РФ, значительно ниже, чем в образцах, собранных на Урале и в Западной Сибири.

Существенно влияние на накопление гидроксикоричных кислот оказывают экологические условия: неблагоприятные экологические условия снижают содержание исследуемой группы БАВ (рис. 4).

При сравнительном анализе образцов, собранных в неблагоприятных экологических условиях произрастания, установлено, что сочетанное загрязнение (автотранспорт + свет) вызывает максимальное снижение данной группы БАВ (рис. 4).

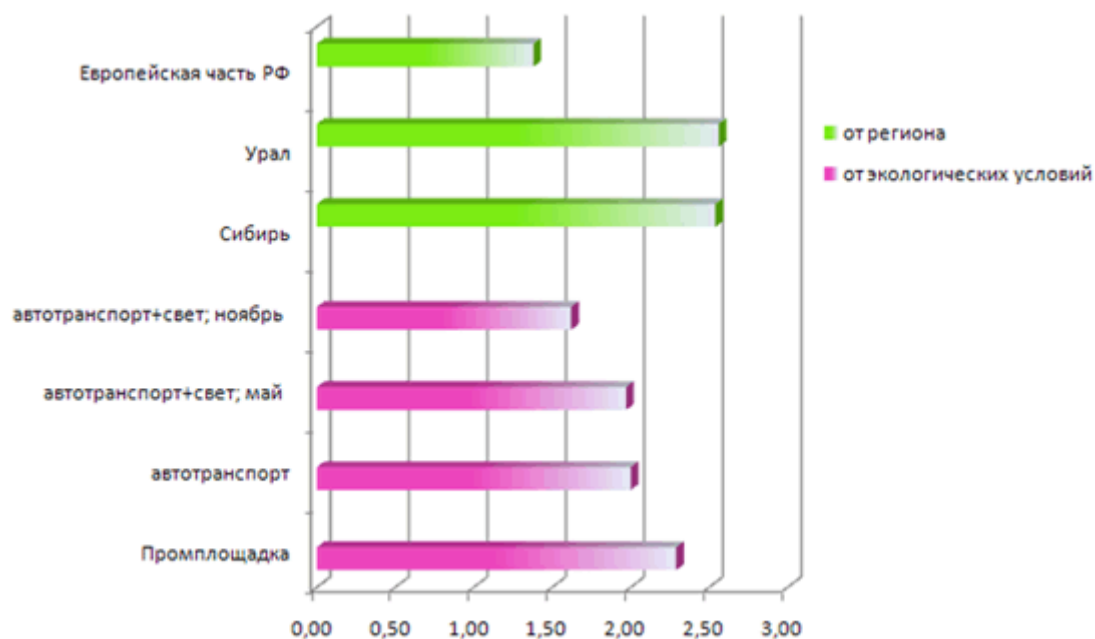


Рис. 4. Зависимость количественного содержания гидрохикоричных кислот в *Betulae folia* от региона и условий произрастания (в %, в пересчете на абсолютно сухое сырье)

Содержание гидрохикоричных кислот в листьях березы к концу вегетации снижается, данный факт подтверждается на примере образцов № 4 и 5 (рис. 4).

Анализ количественного содержания аминокислот в исследуемых образцах листьев березы выявил, что эколого-географический фактор оказывает влияние на данный показатель — содержание аминокислот в образцах, собранных в Сибирском регионе, выше, чем в других регионах (рис. 5).

Выявлено, что содержание аминокислот в образцах из экологически чистых мест произрастания (№ 1–3) значительно ниже, чем в образцах, собранных с территорий с антропогенной нагрузкой (№ 4–7), рис. 5.

При сравнительном анализе образцов, собранных в условиях произрастания с загрязняющими факторами, установлено, что выбросы автотранспорта (образец № 6) вызывают максимальное отклонение в содержании аминокислот (рис. 5).

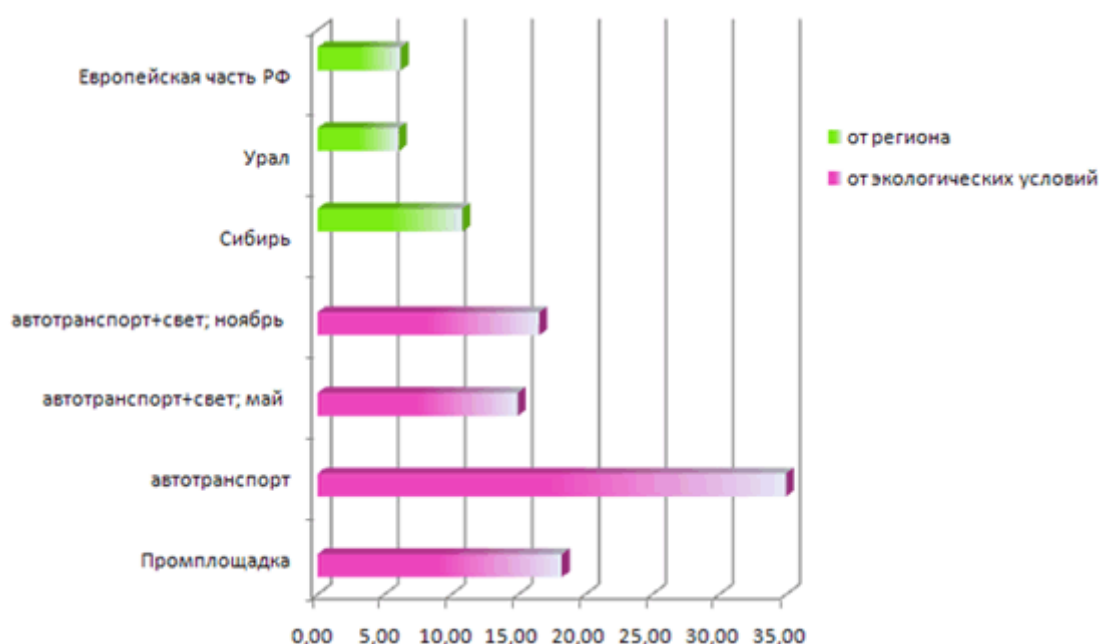


Рис. 5. Зависимость количественного содержания аминокислот в *Betulae folia* от региона и условий произрастания (в %, в пересчете на абсолютно сухое сырье)

Анализ количественного содержания аскорбиновой кислоты в листьях березы в зависимости от региона произрастания выявил, что в Европейской части РФ в листьях березы содержание аскорбиновой кислоты несколько выше, чем в других регионах, но разница эта не очень значительна (рис. 6).

Выявлено, что содержание аскорбиновой кислоты в образцах из экологически чистых мест произрастания (№ 1–3) превышает данный показатель у образцов, собранных с растений из неблагоприятных условий произрастания (№ 4–7).

При анализе листьев березы, собранных в неблагоприятных экологических условиях произрастания, установлено, что наименьшее содержание аскорбиновой кислоты наблюдается у образца при факторе загрязнения — выбросы автотранспорта (№ 6), рис. 6.

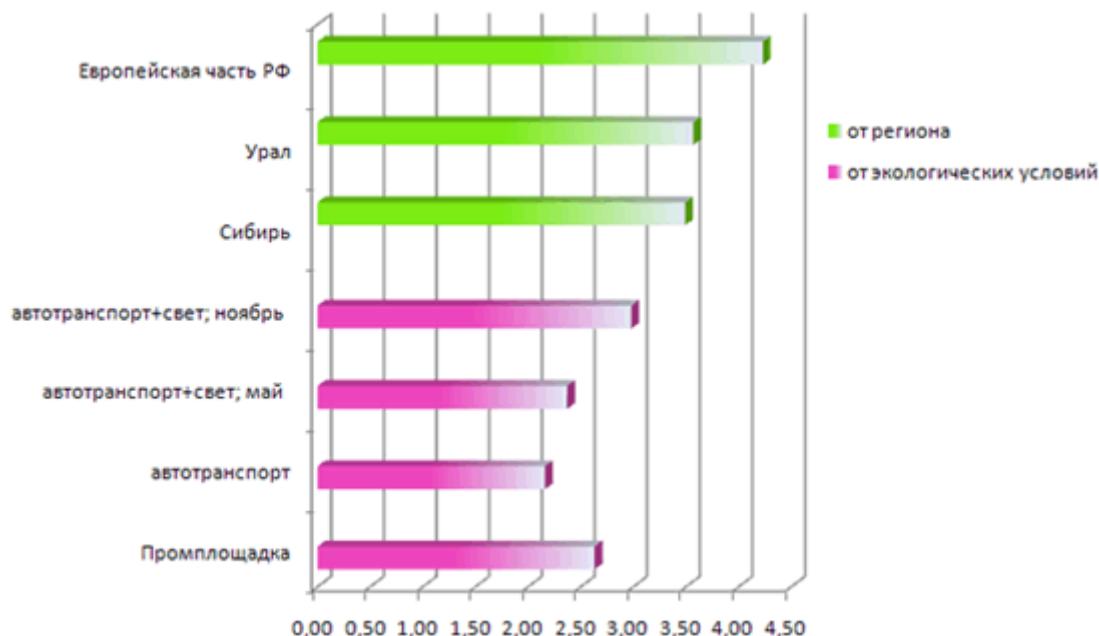


Рис. 6. Зависимость количественного содержания аскорбиновой кислоты в *Betulae folia* от региона и условий произрастания (в %, в пересчете на абсолютно сухое сырье)

Обсуждение результатов, выводы. Анализ количественного содержания тритерпеновых сапонинов, флавоноидов, гидроксикоричных кислот, кумаринов, аминокислот, аскорбиновой кислоты в листьях березы проводили в зависимости от региона произрастания и экологических условий.

Было выявлено, что на содержание тритерпеновых сапонинов, дубильных веществ, флавоноидов и кумаринов регион произрастания не оказывает существенного влияния (табл. 2, рис. 7).

Таблица 2

Содержание основных групп БАВ в листьях березы в зависимости от места произрастания (в %, в пересчете на абсолютно сухое сырье)

БАВ	Европейская часть РФ	Уральский регион	Западная Сибирь
Тритерпеновые сапонины	20,32 ± 0,52	19,77 ± 0,63	21,43 ± 0,75
Дубильные вещества	8,68 ± 0,35	8,57 ± 0,17	8,88 ± 0,23
Флавоноиды	4,19 ± 0,15	4,19 ± 0,20	3,94 ± 0,17
Кумарины	1,59 ± 0,05	1,60 ± 0,07	1,60 ± 0,06

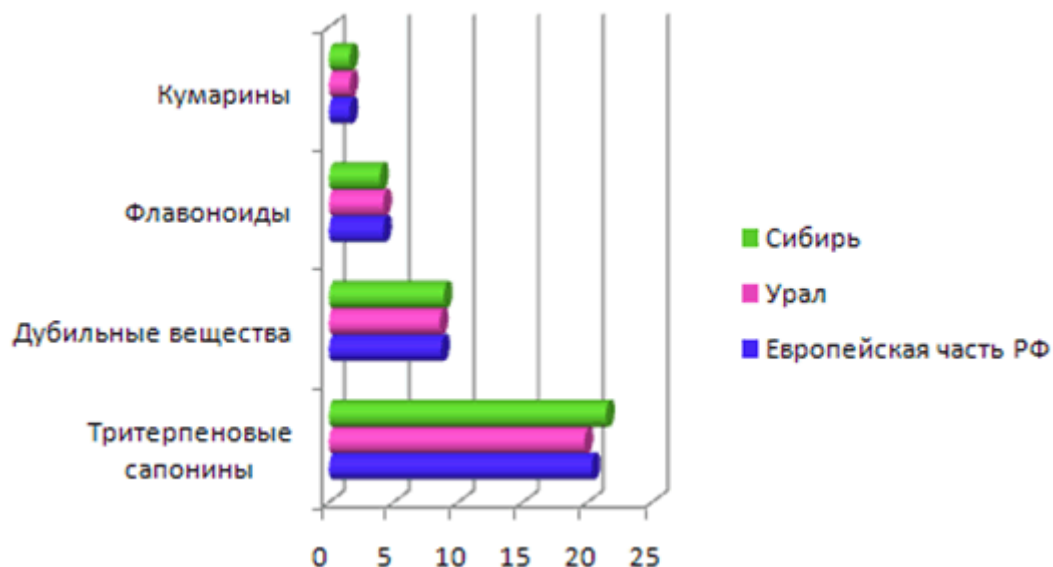


Рис. 7. Зависимость содержания основных групп БАВ от региона произрастания

Анализ количественного содержания БАВ в исследуемых образцах в зависимости от региона произрастания выявил, что в Европейской части РФ содержание аскорбиновой кислоты в листьях березы несколько выше, чем в образцах, собранных из других регионов, но разница эта незначительна. Содержание гидрохлоричных кислот в листьях березы, собранных в Европейской части РФ, значительно ниже, чем в листьях березы, собранных на Урале и в Западной Сибири. Анализ количественного содержания аминокислот в листьях березы выявил, что содержание аминокислот в листьях березы, произрастающей в Сибирском регионе, выше, чем у растений, произрастающих в других регионах (рис. 8).

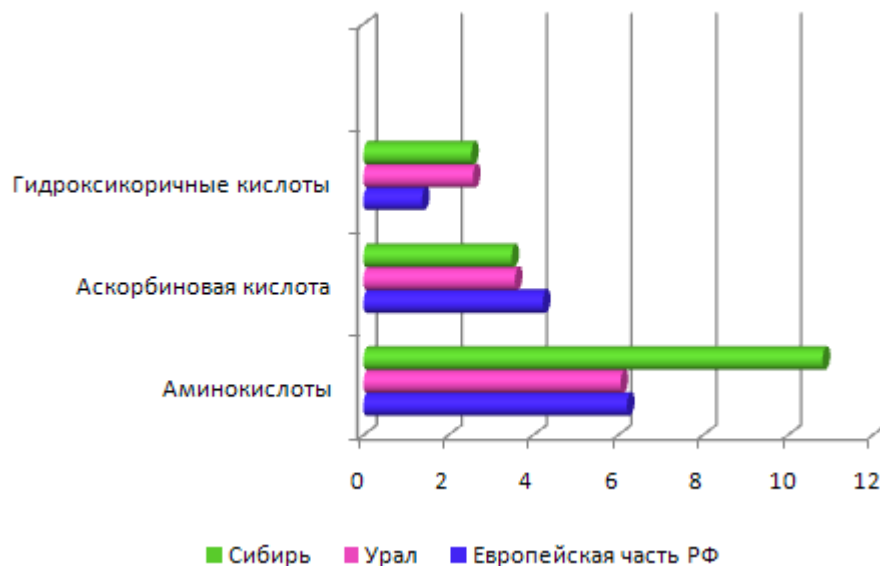


Рис. 8. Зависимость содержания БАВ в листьях березы от региона произрастания (содержание аскорбиновой кислоты приведено в мг%)

В результате проведенных исследований установлено, что загрязняющие факторы (выбросы автотранспорта, промышленные выбросы, световое загрязнение) приводят к снижению содержания основных групп БАВ (за исключением аминокислот).

При сравнительном анализе листьев березы, собранных в неблагоприятных экологических условиях произрастания, установлено, что сочетанное загрязнение

автотранспорт + свет (образцы № 4, 5) вызывает максимальное снижение содержания основных групп БАВ.

Список литературы

1. Тужилкина В. В. Реакция пигментной системы хвойных на длительное аэротехногенное загрязнение / В. В. Тужилкина // Экология. — 2009. — № 4. — С. 243–248.
2. Реакция пигментной и антиоксидантной систем растений на загрязнение окружающей среды г. Калининграда выбросами автотранспорта / Г. Н. Чупахина [и др.] // Вестн. Томского гос. ун-та. Биология. — 2012. — № 2 (18). — С. 171–185.
3. Оптимизация спектрофотометрического метода для количественного определения аскорбиновой кислоты в лекарственных формах / Е. В. Зыкова [и др.] // Хим.-фармацевт. журн. — 2009. — № 6. — С. 51–53.
4. Природные флавоноиды / Д. Ю. Корулькин [и др.]. — Новосибирск : Академическое изд-во «Гео», 2007. — 232 с.

ENVIRONMENTAL POLLUTION AND BIOLOGICAL ACTIVE AGENTS OF LEAVES OF THE BIRCH

[*M. A. Khanina¹, E. N. Guselnikova², A. I. Rodin¹, Y. V. Ligostayeva³*](#)

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)

Research objective was the assessment of influence of the polluting factors (motor transport, industrial emissions, light pollution) on the content of substances of primary and secondary synthesis (biologically active agents (BAA) — amino acids, polyphenolic oxidable compounds, flavonoids, triterpenoid compounds, Acidum ascorbinicum, hydroxycortic acids) in birch leaves. As a result of the conducted researches it is established that the polluting factors (emissions of motor transport, industrial emissions, light pollution) lead to depression of the maintenance of the BAA main groups (except for amino acids).

Keywords: birch leaves, biologically active agents, anthropogenous stress, motor transport, light pollution, industrial emissions.

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

Ligostayeva Julia Valerievna — teacher of pharmacognosy and botany chair at SBEI HPE «Novosibirsk State Medical University of Ministry of Health», office phone: 8 (383) 225-07-13, e-mail: benna89@mail.ru

List of the Literature:

1. Tuzhilkina V. V. Reaction of pigmental system coniferous on long aero technogenic pollution / V. V. Tuzhilkina // Bionomics. — 2009. — N 4. — P. 243-248.
2. Reaction of pigmental and antioxidatic systems of plants to environmental pollution of Kaliningrad emissions of motor transport / G. N. Chupakhina [et al.] // Bulletin of Tomsk State University. Biology. — 2012. — N 2 (18). — P. 171-185.
3. Optimization of a spectrophotometric method for quantitative definition of Acidum

ascorbinicum in dosage forms / E. V. Zykova [et al.] // Chemical pharm. journal. — 2009. — N 6. — P. 51-53.

4. Natural flavonoids / D.Y. Korulkin [et al.]. — Novosibirsk : Academic publishing house of «Geo», 2007. — 232 p.