

УДК 577.115.3:631.576.4:633.9: 582.766.5

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ИНТРОДУКЦИИ РАСТЕНИЙ В ГОРОДСКИЕ ЛАНДШАФТЫ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

© 2018 г. ¹А. Н. Никанов, ²В. К. Жиров, ²А. Н. Кизеев, ¹Н. М. Фролова, ³О. Н. Попова,
⁴Н. В. Стурлис

¹Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья Роспотребнадзора, г. Санкт-Петербург;

²Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина Кольского научного центра РАН,
г. Апатиты; ³Северный государственный медицинский университет,

⁴Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова, г. Архангельск

Проблема экологической безопасности эксплуатации территорий, подвергшихся антропогенному воздействию, может рассматриваться в аспектах рекультивации нарушенного растительного покрова и последующего использования озеленительного материала в пищевых или лекарственных целях. Для северных регионов разработаны зональные ассортименты интродуцированных деревьев и кустарников, устойчивых к условиям Севера и техногенному загрязнению и рекомендованных в качестве посадочного материала в работах по фиторекультивации промышленных территорий. При дальнейшем расширении этого ассортимента необходимо учитывать не только устойчивость новых видов растений в местных условиях, но и способности их к синтезу питательных и фармакологически ценных соединений. К таким, в частности, относятся полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), обладающие антисклеротическим действием и участвующие в механизме регуляции уровня холестерина в крови. В настоящей работе с этой точки зрения впервые рассматривается Бересклет европейский. Приведены результаты анализа содержания высших жирных кислот в перикарпии его плодов на разных стадиях созревания. Установлено, что содержание ПНЖК липидной фракции существенно превышает содержание насыщенных жирных кислот. Показано распределение жирных кислот по группам в зависимости от содержания двойных связей в их молекулах. Полученные результаты свидетельствуют о целесообразности анализа жирнокислотного состава липидов плодов растений для оценки перспектив их использования в фиторекультивационных мероприятиях. В качестве экологически безопасного и фармакологически ценного объекта с этой точки зрения для выращивания на антропогенно загрязненных территориях Европейской Севера может быть рекомендован Бересклет европейский.

Ключевые слова: Европейский Север, интродукция растений, устойчивость, Бересклет европейский, плоды, полиненасыщенные жирные кислоты

ECOLOGICAL SAFETY IN PLANT INTRODUCTION IN URBAN LANDSCAPE OF THE EUROPEAN NORTH

¹A. N. Nikanov, ²V. K. Zhiron, ²A. N. Kizeev, ¹N. M. Frolova, ³O. N. Popova, ⁴N. V. Sturlis

¹Northwest Public Health Research Center, Saint-Petersburg; ²Polar-Alpine Botanical Garden and Institute
named after N. A. Avrorin, the Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences, Apatity;

³Northern State Medical University, Arkhangelsk;

⁴Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

The problem of ecological safety of exploitation of the territories exposed to anthropogenic influence can be considered within the framework of reclamation of the disturbed vegetative cover, and subsequent use of the greening material for nutrition and pharmacological purposes. To date, for the northern regions that are part of the federal property, in accordance with the federal laws and standards. With further expansion of this assortment, it is necessary to take into account not only the presence of new plant species in local conditions, but also their synthesis of nutrient and pharmacologically valuable compounds. These include, in particular, polyunsaturated fatty acids (PUFA), which are anti-sclerotic and are involved in the mechanism of regulation of cholesterol level in the blood. In this work *Euonymus Europaea L.* is for the first time considered from this point of view. The results of analysis of the content of high fatty acids in the pericarp of its fruits at different stages of maturation are shown. It is found out that PUFA content of the lipid fraction of the total lipid fraction is significantly higher than that of saturated fatty acids. The distribution of fatty acids by groups is shown depending on the content of double bounds in their molecules. The results obtained are evidence of the expedience of analyzing the lipid acid contents of plant fruits. As an environmentally safe and pharmacologically valuable object from this point of view, European sprouts *Euonymus Europaea L.* can be recommended for cultivation on anthropogenically contaminated territories of the European North.

Keywords: the European North, introduction of plants, resistance, European spindle *Euonymus Europaea L.*, fruits, polyunsaturated fatty acids

Библиографическая ссылка:

Никанов А. Н., Жиров В. К., Кизеев А. Н., Фролова Н. М., Попова О. Н., Стурлис Н. В. Экологическая безопасность при интродукции растений в городские ландшафты Европейского Севера // Экология человека. 2018. № 2. С. 16–20.

Nikanov A. N., Zhiron V. K., Kizeev A. N., Frolova N. M., Popova O. N., Sturlis N. V. Ecological Safety in Plant Introduction in Urban Landscape of the European North. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2018, 2, pp. 16-20.

Условиями обеспечения экологической безопасности северных территорий Российской Федерации в местах проживания населения, осуществляющего добычу и переработку полезных ископаемых, являются: широкое применение экологически безопасных ресурсосберегающих технологий, малоотходных и безотходных производств, повторное использование и переработка отходов в качестве источников сырья в экономике, восстановление антропогенно преобразованных земель городских поселений и прилегающих к градообразующим предприятиям территорий [4, 11, 15, 17]. Искусственное формирование древостоев в селитебной зоне городских поселений имеет длительную историю, разработанную теорию и эффективную технологию. На антропогенно преобразованных землях с нарушенным или уничтоженным почвенным покровом в качестве альтернативы обычно предлагается устройство газонов с высадкой деревьев и кустарников [4]. Но это очень медленный и трудно регулируемый процесс. Использование экологического метода интродукции позволяет сократить сроки исследований и обеспечить качественный подбор растений для создания зеленых насаждений различного целевого назначения независимо от природных условий региона. В Мурманской области имеется значительный потенциал (виды, не введенные в озеленение, но отличающиеся перспективностью для данного региона), реализация которого значительно повысит экологическую эффективность и декоративность насаждений. Вместе с тем необходимо дальнейшее развитие целенаправленных интродукционных исследований, которые позволят обогатить насаждения Европейского Севера теми растительными видами, которые недостаточно введены в озеленение, например красивоцветущими кустарниками (Бересклет европейский) [3, 6, 9].

Бересклет насчитывает более 200 видов, но в климате средней полосы России растут лишь около 10 из них. Бересклет европейский (*Euonymus europaeus* L.) используется как декоративный кустарник в ландшафтном озеленении городов, декоративен окраской листьев и яркими плодами в осенний период. Многие его декоративные разновидности морозостойки, неприхотливы и прекрасно приживаются в садах средней полосы России, в том числе в условиях Европейского Севера. Семейство бересклетовых дымо- и газоустойчиво, поэтому городские условия абсолютно не мешают растениям расти и развиваться. Плод бересклета имеет вид коробочки и содержит белые семена. Отвары и настои из листьев и плодов бересклета издавна применялись в народной медицине для лечения различных заболеваний [9].

В последнее время большое внимание исследователей привлекают препараты растительного происхождения, содержащие полиненасыщенные высшие жирные кислоты (ПНЖК), многие из которых являются незаменимыми (эссенциальными) для человека. К таким кислотам, которые называют еще витамином F, относятся линолевая, линоленовая и

арахионовая кислоты. Ткани человека и животных, в отличие от растительных, обладают ограниченной способностью превращать насыщенные жирные кислоты в ненасыщенные и полиненасыщенные. Однако эти кислоты обязательно должны присутствовать в продуктах питания, так как они являются предшественниками эйкозановых высших жирных кислот, которые образуют в организме ряд биологически активных соединений, оказывающих многообразное влияние на различные стороны метаболизма. Систематическое применение многих экзогенных ПНЖК (эйкозапентаеновая, докозагексаеновая и др.) с пищей (в том числе в составе биологически активных добавок) приводит к снижению заболеваний сердечно-сосудистой системы — атеросклероза, артериальной гипертензии и др. Кроме того, ПНЖК являются антисклеротическим фактором, они способствуют метаболизму холестерина в печени и его элиминированию из организма, а также выступают как ингибиторы фермента (ГМГ-редуктаза), контролирующего биосинтез холестерина [10]. В связи с этим значительный интерес проявляется сегодня к изучению жирнокислотной составляющей плодов многих лекарственных растений, в частности такого ценного из них, как бересклет.

Целью данной работы было определение содержания высших жирных кислот в перикарпии плодов Бересклета европейского (*Euonymus europaeus* L.) в процессе их созревания и обоснование его эффективной интродукции в городской ландшафт Европейского Севера.

Методы

Образцы растительного материала были отобраны на разных стадиях созревания плодов Бересклета европейского: глобулярного зародыша, зрелого вскрывшегося плода и между этими сроками, когда зародыш был вполне сформирован (стадия зрелого зародыша).

Суммарные липиды определяли по стандартным методикам [1, 12]. Растительный материал измельчали, липиды экстрагировали и омыляли с внутренним стандартом (изопропанольный раствор маргаритовой кислоты), а выделенные жирные кислоты превращали в их метиловые эфиры (МЭЖК). Жирнокислотный состав устанавливали методом газожидкостной хроматографии МЭЖК с использованием хроматографа Agilent Technologies (США). Результаты анализировали с помощью системы сбора и обработки хроматографических данных GC_MS/Enhanced (США).

В работе рассчитывали индекс двойной связи и коэффициент ненасыщенности жирных кислот. Индекс двойной связи (ИДС) рассчитывали по методу D. Lyons с соавторами [13]:

$$\text{ИДС} = M + 2 \times D + 3 \times Tр / 100,$$

где M — мононенасыщенные, D — диненасыщенные, Tр — триненасыщенные жирные кислоты.

Коэффициент ненасыщенности (Кн) жирных кислот определяли по формуле [2]:

$$K_n = \frac{S_{\text{ненасыщенных кислот}}}{S_{\text{насыщенных кислот}}}$$

где S – сумма кислот.

Статистическую обработку полученных данных проводили с помощью пакета программ Microsoft Excel 2002. Статистическую значимость полученных результатов оценивалась по t-критерию при 5 % уровне значимости. При этом обсуждались только значимые различия.

Результаты

Изучение жирнокислотного состава суммарных липидов в перикарпии плодов Бересклета европейского на разных стадиях созревания показало, что в них содержится более 20 жирных кислот. Были обнаружены насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты (таблица). На всех стадиях созревания преобладающими по содержанию являются насыщенные – пальмитиновая (С16:0) и стеариновая (С18:0)

Жирнокислотный состав суммарных липидов в перикарпии плодов Бересклета европейского, %

Жирные кислоты	Стадия глобулярного зародыша	Стадия зрелого зародыша	Стадия зрелого вскрывшегося плода
12:0	0,15 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,27 ± 0,01
14:0	1,42 ± 0,06	1,78 ± 0,09	2,11 ± 0,05
15:0	0,50 ± 0,04	0,83 ± 0,04	0,82 ± 0,01
16:0	19,47 ± 0,33	25,39 ± 0,27	23,45 ± 0,41
7–16:1	0,56 ± 0,03	0,47 ± 0,02	0,29 ± 0,01
9–16:1	1,35 ± 0,01	1,62 ± 0,08	0,85 ± 0,02
11–16:1	0,06 ± 0,01	0,05 ± 0,01	–
17:0	0,04 ± 0,01	0,05 ± 0,01	0,04 ± 0,01
9–17:1	0,16 ± 0,04	–	–
18:0	3,45 ± 0,04	4,52 ± 0,23	2,62 ± 0,04
9–18:1	9,80 ± 0,07	7,05 ± 0,35	4,38 ± 0,03
11–18:1	1,47 ± 0,01	1,32 ± 0,07	0,77 ± 0,02
9, 12–18:2	19,35 ± 0,07	18,39 ± 0,92	21,72 ± 0,08
19:0	0,08 ± 0,01	–	0,24 ± 0,13
9, 12, 15–18:3	38,52 ± 0,29	32,83 ± 1,64	34,85 ± 0,11
20:0	0,73 ± 0,06	1,05 ± 0,05	0,97 ± 0,01
11–20:1	0,32 ± 0,04	0,38 ± 0,02	0,11 ± 0,02
11, 14–20:2	0,10 ± 0,01	–	–
21:0	0,07 ± 0,01	0,47 ± 0,02	0,16 ± 0,01
11, 14, 17–20:3	0,08 ± 0,01	–	–
22:0	0,62 ± 0,01	1,15 ± 0,06	1,74 ± 0,06
23:0	0,15 ± 0,04	0,29 ± 0,01	0,37 ± 0,01
24:0	0,24 ± 0,02	0,72 ± 0,04	0,74 ± 0,03
26:0	0,47 ± 0,12	0,29 ± 0,01	0,98 ± 0,03
28:0	0,85 ± 0,08	1,18 ± 0,06	2,55 ± 0,17
ИДС	1,7	1,4	1,5
Кн	2,5	1,6	1,7

кислоты и ненасыщенные – α-линоленовая (С 9, 12, 15–18:3), линолевая (С 9, 12–18:2), олеиновая (С 9–18:1) жирные кислоты.

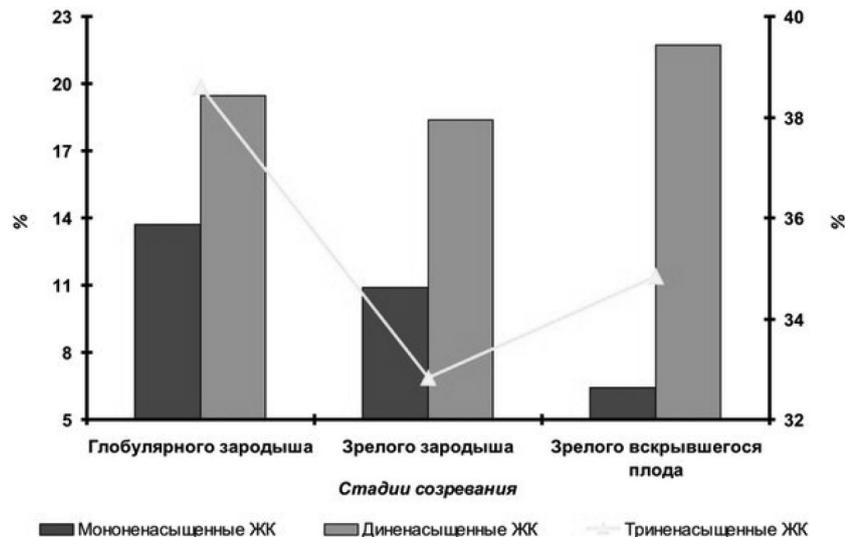
Содержание жирных кислот в перикарпии плодов Бересклета европейского изменялось на разных стадиях созревания плодов. Содержание преобладающих ненасыщенных кислот – α-линоленовой и линолевой уменьшалось от стадии глобулярного зародыша к стадии зрелого зародыша, после чего возрастало к стадии зрелого вскрывшегося плода изучаемого растения. При этом наблюдалась противоположная динамика преобладающих насыщенных – пальмитиновой и стеариновой кислот, которые в растениях могут участвовать в биосинтезе ненасыщенных высших жирных кислот (см. таблицу). Полученные нами данные согласуются с представлениями об использовании насыщенных жирных кислот в синтезе ПНЖК [10].

На всех стадиях созревания в перикарпии плодов Бересклета уровень ненасыщенных жирных кислот был выше уровня насыщенных (от 62,0 до 72,0 % для ненасыщенных и от 28,0 до 38,0 % для насыщенных). О разном соотношении сумм ненасыщенных и насыщенных жирных кислот в перикарпии плодов бересклета в процессе созревания также свидетельствует Кн жирных кислот (см. таблицу).

Все жирные кислоты распределялись по группам в зависимости от степени ненасыщенности: мононенасыщенные (в углеродной цепочке имеется одна двойная связь), диненасыщенные (две двойные связи) и триненасыщенные (три двойные связи). Содержание групп жирных кислот с разной степенью ненасыщенности было различно на разных стадиях созревания плодов (рисунок).

На всех стадиях созревания преобладали триненасыщенные (α-линоленовая и 11, 14, 17-эйкозатриеновая) жирные кислоты. Содержание диненасыщенных (линолевой и 11, 14, 17-эйкозатриеновой) и мононенасыщенных (7-гексадеценовой, пальмитолиновой, пальмитовакценовой, 10-гексадеценовой, олеиновой, цис-вакценовой, гадолеиновой) жирных кислот в суммарных липидах было ниже. Содержание триненасыщенных (α-линоленовая) и диненасыщенных (линолевая) групп жирных кислот было максимально на стадии глобулярного зародыша. В процессе созревания плодов бересклета содержание этих групп кислот уменьшалось к стадии зрелого зародыша, после чего возрастало к стадии зрелого плода изучаемого растения. Содержание мононенасыщенных (олеиновой) жирных кислот также было максимально на стадии глобулярного зародыша. В ходе созревания плодов содержание этой группы кислот снижалось к стадии зрелого вскрывшегося плода.

Индекс двойной связи жирнокислотного состава суммарных липидов изменялся за счет триненасыщенных жирных кислот, преимущественно α-линоленовой кислоты (см. таблицу).



Содержание суммы моно-, ди- и триненасыщенных жирных кислот (ЖК) в перикарпии плодов Бересклета европейского

Обсуждение результатов

Мурманская область является наиболее индустриально развитым регионом Европейского Севера России. Здесь расположены крупные предприятия горнопромышленного комплекса, металлургические заводы и объекты ядерной энергетики, вследствие чего растительность испытывает на себе огромный пресс антропогенной нагрузки. Загрязнение почв на территории вокруг промышленных предприятий (в том числе и в зоне жилой застройки) имеет характер техногенной геохимической аномалии, способствует деградации растительности, образуя техногенные пустоши [3, 11, 14, 16] и оказывая существенное влияние на здоровье населения [5, 7, 8]. Восстановление растительности на разрушенных землях, в том числе в селитебной зоне городских поселений Европейского Севера, может осуществляться путем интродукции в городские ландшафты красивоцветущих кустарников, которые не только украсят улицы, скверы и парки, но и будут безопасны для населения. Применение в ландшафтном озеленении северных городов декоративного кустарника Бересклет европейский хорошо вписывается в концепцию экологической безопасности.

При проведении исследований по эффективной интродукции впервые получена новая ценная информация о липидном обмене перикарпия созревающих плодов Бересклета европейского. Установлено распределение групп моно-, ди- и триненасыщенных жирных кислот в перикарпии созревающих плодов Бересклета. Степень ненасыщенности жирных кислот, входящих в состав липидов, была максимальной на стадиях глобулярного зародыша и зрелого вскрывшегося плода, что свидетельствует о высокой реакционной способности липидных веществ на этих стадиях созревания. На стадии зрелого зародыша, наоборот, преобладают кислоты с низкой степенью ненасыщенности, которые играют в основном роль запасных веществ. Уровень ненасыщенных жирных кислот превышал уровень насыщенных кислот.

При изучении жирнокислотного состава суммарных липидов перикарпия плодов бересклета установлено, что в составе жирных кислот преобладали α -линоленовая, линолевая, олеиновая, пальмитиновая и стеариновая кислоты. Показана изменчивость содержания этих кислот на разных стадиях созревания плодов.

Полученные результаты показывают возможность и высокую эффективность использования методики изучения липидов у растений в различных экологических условиях (в том числе при антропогенном воздействии) в экосистемах Европейской Севера. Учитывая устойчивость к холоду и атмосферным загрязнениям, можно рекомендовать интродукцию Бересклета обыкновенного в городские ландшафты Европейского Севера.

Авторы выражают глубокую признательность сотрудникам Института физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН за помощь в проведении экспериментов.

Список литературы

1. Верещагин А. Г. Липиды в жизни растений / Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева РАН. М.: Наука, 2007. 78 с.
2. Ветчинникова Л. В., Шуляковская Т. А., Канючкова Г. К. Жирнокислотный состав суммарных липидов различных органов *Betula Pendula* Roth. и *B. Pubescens* Ehrh., произрастающих в Карелии // Растительные ресурсы. 2000. Т. 36, вып. 2. С. 85–92.
3. Кизеев А. Н., Жиров В. К., Никанов А. Н. Влияние промышленных эмиссий предприятий Кольского полуострова на ассимиляционный аппарат сосны // Экология человека. 2009. № 1. С. 9–14.
4. Кизеев А. Н., Жиров В. К., Ушамова С. Ф., Коклянов Е. Б., Никанов А. Н., Кульнев В. В., Базарский О. В. Экогеосистемы горнодобывающего класса Северо-Запада восточно-европейской платформы (Мурманская область) // Экологическая геология крупных горнодобывающих районов Северной Евразии (теория и практика): коллективная монография. Воронеж, 2015. С. 282–326.
5. Лыжина А. В., Бузинов Р. В., Унгурияну Т. Н., Гудков А. Б. Химическое загрязнение продуктов питания и его

влияние на здоровье населения Архангельской области // Экология человека. 2012. № 12. С. 3–9.

6. Любимов В. Б. Интродукция растений (теория и практика). Брянск: Курсив, 2009. 364 с.

7. Никанов А. Н., Кривошеев Ю. К., Гудков А. Б. Влияние морской капусты и напитка «Альгапект» на минеральный состав крови у детей – жителей г. Мончегорска // Экология человека. 2004. № 2. С. 30–32.

8. Никитин Ю. П., Хаснулин Ю. В., Гудков А. Б. Итоги деятельности академии полярной медицины и экстремальной экологии человека за 1995–2015 года: современные проблемы северной медицины и усилия учёных по их решению // Медицина Кыргызстана. 2015. Т. 1, № 2. С. 8–14.

9. Шаганов Р. Р., Шаганов Т. Р. Декоративные растения для системы городских ландшафтов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 3, № 31-1. С. 14–16.

10. Ширишова Т. И., Волкова Г. А., Мамистов Н. В. Липиды и высшие жирные кислоты в *Allium Strictum* (Alliaceae) // Растительные ресурсы. 2010. Вып. 2. С. 105–109.

11. Bykov V., Nikanov A., Talykova L., Mikhaleva V., Varashtjan N. Environmental pollution from nickel refineries and human health at the north // Environment and human health: The complete Works of International Ecologic Forum. SPb.: SpecLit, 2003. P. 717–719.

12. Folch J., Lees M., Stanley G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // J. Biol. Chem. 1957. Vol. 226, N 1. P. 497–509.

13. Lyons J. M., Wheaton T. A., Pratt H. K. Relations between the physical nature of mitochondrial membranes and chilling sensitivity in plants // Plant. Physiol. 1964. Vol. 39, N 2. P. 262–268.

14. Nieminen P., Panychev D., Lyalyushkin S., Komarov G., Nikanov A., Borisenko M., Kinnula V. L., Toljamo T. Environmental exposure as an independent risk factor of chronic bronchitis in northwest Russia // International Journal of Circumpolar Health. 2013. Vol. 72 (1). P. 19742.

15. Talykova L., Nikanov A. To the problem of air SO₂ pollutions biological effect in Arctic region // Living and working in the North: proceedings of the International Symposium, Kostomus / PetrSU. Petrozavodsk, 2003. P. 132–134.

16. Thomassen Y., Nieboer E., Ellingsen D., Hetland S., Norseth T., Odland J. O., Romanova N., Chernova S., Tschachtchine V. P. Characterization of worker's exposure in Russian nickel refinery // Journal of Environmental Monitoring. 1999. Vol. 1 (1). P. 15–25.

17. Unguryanu T., Novikov S., Buzinov R., Gudkov A., Grjibovski A. Respiratory diseases in a town with heavy pulp and paper industry // Epidemiologia and prevenzione. 2010. Vol. 34, iss. 5–6. P. 138.

References

1. Vereshchagin A. G. *Lipidy v zhizni rastenii* [Lipids in plant life]. Moscow, Nauka Publ., 2007, 78 p.
2. Vetchinnikova L. V., Shulyakovskaya T. A., Kanuchkova G. K. Fatty acid composition of total lipids of various organs of *Betula Pendula* Roth. and *b. Pubescens* Ehrh., grown in Karelia. *Rastitel'nye resursy* [Vegetable Resources], 2000, 36 (2), pp. 85–92. [in Russian]
3. Kizeev A. N., Zhirov V. K., Nikanov A. N. Impact of industrial emission of Kola peninsula enterprises on pine assimilatory apparatus. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2009, 1, pp. 9–14. [in Russian]
4. Kizeev A. N., Zhirov V. K., Ushamova S. F., Koklyanov E. B., Nikanov A. N., Kulnev V. V., Bazarsky O. V. Ekogeosistemy gornodobivaushchego klassa Severo-Zapada vostochno-evropeyskoi platformy (Murmanskaya oblast) [Mining Ekogeosistemy class Northwest of the East European platform (Murmansk region)]. In: *Ekologicheskaya geologia*

krupnikh gornodobivayushikh raionov Severnoi Evrazii (teoria i practica) [Environmental geology major mining regions of Northern Eurasia (theory and practice)]. Voronez, 2015, pp. 282–326.

5. Lyzhina A. V., Buzinov R. V., Ungurjanu T. N., Gudkov A. B. Chemical contamination of food and its impact on population health in Arkhangelsk region. *Ekologiya cheloveka*. [Human Ecology]. 2012, 12, pp. 3–9. [in Russian]

6. Lubimov V. B. *Introduktsiya rastenii (teoriya i praktika)* [Introduction of plants (theory and practice)]. Bryansk, 2009, 364 p.

7. Nikanov A. N., Krivosheev U. K., Gudkov A. B. Influence of laminaria and the drink “Algapekt” on blood mineral composition in children - residents of Monchegorsk. *Ekologiya cheloveka* [Human Ecology]. 2004, 2, pp. 30–32. [in Russian]

8. Nikitin Yu. P., Khasnulin V. I., Gudkov A. B. Results of the activities of the Academy of Polar Medicine and Extreme Human Ecology for 1995–2015: contemporary problems of Northern medicine and researchers' efforts to solve them. *Meditsina Kirgystana* [Medicine of Kyrgyzstan]. 2015, 1 (2), pp. 8–14. [in Russian]

9. Shagapov R. R., Shagapov T. R. Ornamental plants for the system of town landscapes. *Izvestiya Orenburgskogo Gosudarstvennogo Agrarnogo Universiteta* [Proceedings of Orenburg State Agrarian University]. 2011, 3 (31-1), pp. 14–16. [in Russian]

10. Shirshova T. I., Volkova G. A., Matistov N. V. Lipids and higher fatty acids in *Allium Strictum* (Alliaceae). *Rastitel'nye resursy* [Vegetable Resources]. 2010, 2, pp. 105–109. [in Russian]

11. Bykov V., Nikanov A., Talykova L., Mikhaleva V., Varashtjan N. Environmental pollution from nickel refineries and human health at the north. In: *Environment and human health: The complete Works of International Ecologic Forum*. SPb.: SpecLit, 2003, pp. 717–719.

12. Folch J., Lees M., Stanley G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues // *J. Biol. Chem.* 1957, 226 (1), pp. 497–509.

13. Lyons J. M., Wheaton T. A., Pratt H. K. Relations between the physical nature of mitochondrial membranes and chilling sensitivity in plants. *Plant. Physiol.* 1964, 39 (2), pp. 262–268.

14. Nieminen P., Panychev D., Lyalyushkin S., Komarov G., Nikanov A., Borisenko M., Kinnula V. L., Toljamo T. Environmental exposure as an independent risk factor of chronic bronchitis in northwest Russia. *International Journal of Circumpolar Health.* 2013, 72 (1), p. 19742.

15. Talykova L., Nikanov A. To the problem of air SO₂ pollutions biological effect in Arctic region. *Living and working in the North: proceedings of the International Symposium.* Petrozavodsk, 2003, pp. 132–134.

16. Thomassen Y., Nieboer E., Ellingsen D., Hetland S., Norseth T., Odland J. O., Romanova N., Chernova S., Tschachtchine V. P. Characterization of worker's exposure in Russian nickel refinery. *Journal of Environmental Monitoring.* 1999. 1 (1), pp. 15–25.

17. Unguryanu T., Novikov S., Buzinov R., Gudkov A., Grjibovski A. Respiratory diseases in a town with heavy pulp and paper industry. *Epidemiologia and prevenzione.* 2010, 34, iss. 5–6, p. 138.

Контактная информация:

Никанов Александр Николаевич – кандидат медицинских наук, заместитель директора центра – директор филиала НИИ ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора
Адрес: 184250, Мурманская область, г. Кировск, пр. Ленина, д. 34

E-mail: krl_s-znc@mail.ru