

УДК 630*866.9

СЕЗОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕТАБОЛИЗМА В ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ КУСТАРНИКОВОГО ЯРУСА ЛЕСОВ СЕВЕРО-ТАЕЖНОЙ ЗОНЫ

© *И.Н. Зубов¹, С.Б. Селянина¹, Н.А. Кутакова^{2*}, Н.В. Селиванова¹*

¹ *Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова РАН, наб. Северной Двины, 23, Архангельск, 163000 (Россия)*

² *Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, наб. Северной Двины, 17, Архангельск, 163002 (Россия), e-mail: n.kutakova@narfu.ru*

В работе рассмотрена сезонная динамика содержания основных групп экстрактивных веществ древесной зелени можжевельника обыкновенного (*Juniperus Communis* L.) – типичного представителя кустарникового яруса лесов северо-таежной зоны. Отбор проб проводили в течение весенне-летне-осеннего периода в Архангельской области вне зоны антропогенного воздействия. Тип леса – черничный, смешанный елово-сосновый древостой, класс бонитета – IV. В исследуемых образцах древесной зелени определено содержание минеральных, водорастворимых, жирорастворимых веществ (липидов), спирторастворимых и отгоняемых с водяным паром соединений. Согласно полученным данным, содержание веществ, экстрагируемых этанолом, составляет от 27.1 до 33.3% с максимумом в апреле – заключительном месяце фазы покоя растений субарктического региона. Начало периода вегетации, приходящееся на май, сопровождается резким снижением содержания извлекаемых этанолом соединений до минимального значения. Часть компонентов спиртовых экстрактов осаждается при охлаждении в виде воска (сложные эфиры жирных кислот и спиртов или стероидов с примесью жирных кислот, углеводов, пигментов). Максимум содержания восковых веществ (4.3%) приходится на апрель, минимум (1.4%) обнаружен в мае. Содержание липидов (извлекаемых петролейным эфиром) варьируется в диапазоне от 8.6 до 12.2%, что несколько ниже по сравнению с сосной, пихтой и другими хвойными породами. В годовой динамике содержания липидов в древесной зелени можжевельника просматривается три минимума (май, август и декабрь) и один максимум (июль месяц). Содержание эфирного масла незначительно меняется по сезонам и по количеству (2.4–2.8%) уступает лишь древесной зелени пихты. В группе водорастворимых веществ наблюдается два максимума (июнь и ноябрь) и минимум, приходящийся на август. Первый максимум связан с поступлением водных растворов из почвы, второй – соответствует периоду накопления фенолов. Минимум объясняется замедлением аспирационного тока по водопроводящим каналам в конце лета.

Установлено, что сезонная динамика содержания основных групп экстрактивных веществ древесной зелени в целом соответствует фенологическому циклу можжевельника.

Ключевые слова: древесная зелень, можжевельник обыкновенный, экстрактивные вещества, липиды, сезонная динамика.

*Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 18-04-00056 «Гистогенез репродуктивных структур и роль белков в интеракции мужского и женского гаметофитов у можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L., *Cupressaceae*)».*

Введение

Зубов Иван Николаевич – кандидат химических наук, старший научный сотрудник, e-mail: zubov.ivan@bk.ru

Селянина Светлана Борисовна – кандидат технических наук, доцент, заведующая лабораторией болотных экосистем, e-mail: smssb@yandex.ru

Кутакова Наталья Алексеевна – кандидат технических наук, доцент, e-mail: n.kutakova@narfu.ru

Селиванова Наталья Владимировна – кандидат химических наук, старший научный сотрудник, e-mail: smssb@yandex.ru

Биологическая продуктивность растений напрямую зависит от продолжительности периода вегетации и интенсивности процессов биосинтеза [1, 2]. Последние, в свою очередь, определяются совокупностью условий произрастания, среди которых ключевую роль занимает комплекс климатических факторов [3]. Количество солнечной ра-

* Автор, с которым следует вести переписку.

диации, тепловой режим почв и уровень освещенности определяют особенности работы фотосинтетического аппарата, скорость синтеза компонентов растительного организма и, как следствие, особенности его состава и структуры.

Биологические процессы у древесных пород наиболее активно протекают в кроне за счет того, что ее основу составляют живые клетки, в которых доля полимерных компонентов (целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина) существенно ниже, чем в стволовой древесине, а низкомолекулярных (экстрактивных веществ) значительно выше. Последние не только участвуют в фотосинтезе органических соединений и играют роль запасных питательных веществ, но и выполняют защитные функции, обеспечивая устойчивость вегетативных органов и дерева в целом [4]. В древесной зелени хвойных растений происходит основное накопление метаболитов, расходуемых в течение многолетних циклов на построение вегетативной массы растения [5]. Вторичный метаболизм растений включает синтез трех основных групп вторичных метаболитов – алкалоидов, терпеноидов и фенольных соединений, а также некоторых минорных компонентов.

По современным представлениям [6] терпеноиды являются производными изопрена и образуются из ацетил-СоА через мевалоновую кислоту или из основных продуктов гликолиза (3-Ф-глицериновой кислоты и пирувата). Синтез различных групп фенольных соединений, как правило, протекает по пути шикимовой кислоты через фенилаланин и тирозин. В свою очередь, эти аминокислоты служат исходными веществами для ферментативного синтеза фенилпропаноидных соединений – предшественников лигнина, а также других соединений фенольной природы, таких как флавоноиды, стильбены и др. Азотсодержащие вторичные вещества (алкалоиды) синтезируются в основном из алифатических и ароматических аминокислот.

Поскольку процессы образования алкалоидов, терпеноидов и фенольных соединений являются различными ветвями единой схемы синтеза, то изменение условий произрастания может приводить к перераспределению интенсивности процессов синтеза отдельных групп соединений и изменению их качественного состава. Как следствие, состав древесной зелени неодинаков и широко варьируется не только для различных климатических зон, но и по сезонам, что в первую очередь связано с физиологическими процессами в растительном организме [7].

Данному вопросу посвящен ряд исследовательских работ, однако все они направлены на изучение основных лесообразующих пород РФ: сосны, ели, пихты и лиственницы [8–13]. В настоящее время значительно возрос интерес к изучению влияния климатических факторов на формирование, рост и пространственное распределение кустарниковых сообществ [14]. При этом в качестве модельного объекта может выступать можжевельник как один из наиболее широко распространенных видов хвойных кустарников. Дополнительный интерес к можжевельнику как биообъекту вызван тем, что экстрактивные вещества древесной зелени можжевельника находят широкое применение в медицине, косметологии и других отраслях.

Поэтому представляется важным изучение годовой динамики содержания экстрактивных веществ древесной зелени можжевельника и определение основных групп вторичных метаболитов.

Экспериментальная часть

Объектом исследования послужил можжевельник обыкновенный (*Juniperus Communis* L.). Исследуемый материал – древесная зелень (ДЗ) можжевельника обыкновенного – заготавливали в Приморском районе Архангельской области вне зоны антропогенного воздействия. Тип леса – черничный, смешанный елово-сосновый древостой, формула древостоя 5Е4С1Ос+БерИв, класс бонитета – IV. На участке произрастают можжевельники преимущественно семенного происхождения. Возраст наиболее старых кустарников от 60–70 до 80–90 лет. Растения представляют собой типичную форму можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L. f. *tyrica*): кустарники, стволы начинают ветвиться на некоторой высоте от поверхности почвы или не ветвятся. Крона плотная, густо охвоенная, узко эллипсовидная (кипарисовидная), заостренная кверху.

Отбор проводили с 5 модельных деревьев в первую неделю каждого месяца с апреля по декабрь 2014–2016 гг. В зимние месяцы отбор не проводился из-за значительной высоты снежного покрова. Усреднение проб проводили методом квартования согласно ГОСТу [15] на древесную зелень. Транспортировка проб осуществлялась в сумке-холодильнике, хранение – в морозильной камере. Анализируемые пробы древесной зелени измельчали на лабораторной мельнице ЛМ-201 (Россия), во избежание нагрева проб к камере мельницы подключалось водяное охлаждение.

Для изучения компонентного состава ДЗ использовали стандартные общепринятые методики [16]. Определение экстрактивных веществ (ЭВ) проводили методом дефлегмации с настаиванием в аппарате

Сокслета с использованием двух экстрагентов: этилового спирта и петролейного эфира как аналога бензина для лабораторных исследований, извлекающего липиды. Водорастворимые компоненты определяли методом настаивания, воск выделяли отстаиванием спиртовых экстрактов при температуре 4 °С в течение 12 ч; для извлечения эфирного масла использовали аппарат Гинзбурга. Общее содержание минеральных веществ определяли методом сжигания при температуре 600 °С.

Результаты и их обсуждение

В силу близкой природы отдельных групп соединений и сложностей их селективного извлечения многими авторами используется классификация экстрактивных веществ, основанная на методах их выделения [16]. Согласно этой классификации компоненты ДЗ подразделяют на минеральные, водорастворимые, жирорастворимые, спирторастворимые и отгоняемые с водяным паром соединения.

Одним из перспективных растворителей для экстракции является этиловый спирт. Этот экстрагент не является достаточно селективным, так как извлекает некоторые водорастворимые соединения наряду с жирорастворимыми, однако он широко используется в фармацевтической промышленности и в химической технологии. Он хорошо извлекает такие биологически активные вещества древесной зелени, как эфирные масла, хлорофилл, каротиноиды, витамины, воски, дубильные вещества и некоторые другие [16, 17]. Имеются сведения об использовании этанола для извлечения наиболее ценных компонентов из ДЗ сосны [17, 18].

В таблице представлены экспериментальные данные о сезонных изменениях компонентного состава древесной зелени можжевельника.

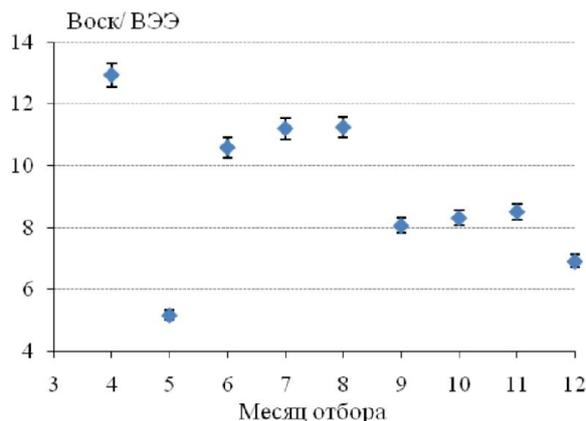
Согласно полученным данным, содержание веществ, экстрагируемых этанолом (ВЭЭ), в исследуемых образцах составляет от 27.1 до 33.3% с максимумом в апреле – заключительном месяце фазы покоя растений субарктического региона. Начало периода вегетации, приходящееся на май, сопровождается резким снижением содержания ВЭЭ до минимального значения на уровне 27.1%, что вероятно связано с интенсификацией процессов синтеза компонентов растительных тканей и расходом значительной части соединений, выполняющих запасающие функции. В июне наблюдается повышение до 31–32%, стоит отметить, что это значение характерно для всего летне-осеннего периода. В целом среднегодовое содержание ВЭЭ, определенное для данного вида, соответствует аналогичному показателю для ДЗ сосны [18] и понижено по сравнению с ДЗ пихты (39.6%) [5].

При этом следует отметить, что в состав веществ, экстрагируемых этанолом, входит широкий спектр соединений, и снижение содержания одной группы веществ может сопровождаться увеличением содержания другой, как следствие, на общем содержании ВЭЭ это никак не отразится. Учитывая это, важным показателем с точки зрения описания сезонных изменений физиологического состояния растительного организма может служить соотношение отдельных фракций и групп компонентов древесной зелени.

Часть ВЭЭ осаждается при охлаждении экстрактов в виде воска. В состав воска ДЗ входят сложные эфиры жирных кислот и спиртов или стеринных с примесью жирных кислот, углеводов, пигментов. Максимум содержания восковых веществ в ДЗ можжевельника (4.3%) приходится на апрель, для северных регионов это последний месяц фазы покоя; минимум (1.4%) обнаружен в мае (начало периода вегетации). На графике (рис.) представлена сезонная динамика изменения массовой доли воска во фракции веществ, экстрагируемых этанолом.

Сезонные изменения компонентного состава ДЗ можжевельника, % от а.с.м.

Месяц отбора	Содержание веществ, экстрагируемых:			Эфирное масло	Воск	Зольность
	этанолом	водой	петролейным эфиром			
Апрель	33.3±0.67	29.3±0.12	10.9±0.33	2.5±0.1	4.3±0.1	3.8±0.1
Май	27.1±0.11	29.4±0.29	9.2±0.24	2.7±0.1	1.4±0.1	3.3±0.1
Июнь	31.2±0.56	30.2±0.15	12.0±0.17	2.8±0.1	3.3±0.1	2.5±0.1
Июль	31.3±0.78	28.9±0.27	12.2±0.14	2.7±0.1	3.5±0.1	2.7±0.1
Август	31.1±0.42	26.0±0.60	9.8±0.29	2.6±0.1	3.5±0.1	3.8±0.1
Сентябрь	32.2±0.81	27.9±0.56	11.2±0.17	2.6±0.1	2.6±0.1	3.8±0.1
Октябрь	31.3±0.35	27.7±0.25	11.6±0.10	2.5±0.1	2.6±0.1	4.1±0.1
Ноябрь	30.5±0.17	29.1±0.17	10.9±0.43	2.4±0.1	2.6±0.1	3.0±0.1
Декабрь	30.6±0.40	27.9±0.37	8.6±0.51	2.4±0.1	2.1±0.1	2.9±0.1



Сезонная динамика отношения содержания воска к веществам, экстрагируемым этанолом

Как следует из графика, наибольшие изменения приходятся на май и совпадают с выходом из состояния покоя и началом вегетационного периода. Активизация процессов синтеза и сокодвижения (восходящий и нисходящий токи) приводят к активному расходованию запасных питательных веществ, прежде всего, на формирование новых побегов. Несмотря на симбатное изменение содержания в ДЗ как ВЭЭ в целом, так и восков, именно последние наиболее активно расходуются при выходе растительного организма из состояния анабиоза.

По современным представлениям липиды – фракция веществ, извлекаемых неполярным растворителем (петролейный эфир), включает высшие углеводороды, эфирные масла, пигменты, жирорастворимые витамины; подразделяются на нейтральные липиды, глико- и фосфолипиды. Большинство этих соединений также экстрагируется спиртами, в частности этанолом. Содержание суммы липидов в ДЗ можжевельника варьируется в диапазоне от 8.6 до 12.2%. Для сравнения: содержание суммарных липидов в ДЗ сосны составляет от 8.9 до 14.8% от сухой массы [9], а для пихты – весной достигает 17.1% [19].

В годовой динамике содержания липидов, извлекаемых петролейным эфиром, в ДЗ можжевельника просматриваются три минимума (май, август и декабрь) и максимум, приходящийся на июль. Первый минимум совпадает с запуском фотосинтетического аппарата растений, произрастающих на Севере, после длительного покоя. Учитывая существенное снижение содержания сложных эфиров (восков), можно утверждать, что на этой стадии происходит гидролиз последних и вовлечение продуктов гидролиза в биосинтетический цикл.

Окончание роста побегов (июль) совпадает с активным накоплением фотосинтезируемых жирорастворимых веществ и характеризуется их максимальным содержанием. Это создает условия для дальнейшего синтеза высокомолекулярных компонентов. Соответственно, второй минимум (август) приходится на этап интенсивного роста древесного вещества и созревания семян – период образования основных групп высокомолекулярных соединений в растительном организме [20].

Далее, несмотря на продолжение накопления липидов, происходит активное их потребление в связи с перестройкой физиологических процессов с переходом в фазу покоя, за счет чего содержание липидов постепенно снижается в осенне-зимние месяцы. Третий минимум приходится на фазу покоя (декабрь), характеризуется значительно меньшей амплитудой снижения значения и соответствует общему понижению содержания экстрактивных веществ в древесной зелени.

Эти данные несколько отличаются от литературных сведений по сезонной динамике липидной составляющей [9]. Например, наименьшее содержание липидов в хвое сосны любого возраста наблюдается в течение всего летнего периода в связи с интенсивным ростом побегов и использованием липидов в процессе метаболизма. Минимум приходится на июль, составляет от 9.3 до 13.7%, в зависимости от возраста хвои. В сентябре – октябре липиды активно накапливаются, максимальное содержание превышает 14%. Далее в холодный период года липиды расходуются, и в декабре – январе наблюдается второй минимум. Это время приходится на глубокий покой для одних древесных растений и на подготовку к выходу из этого состояния – для других. Декабрьский минимум для хвои можжевельника более выражен, чем для хвои сосны, июльский – смещен на август. Максимальные изменения (на 2.8%) соответствует переходу от мая к июню.

Различия в сезонной динамике содержания основных групп экстрактивных веществ древесной зелени у растений кустарникового и древесного ярусов, по-видимому, обусловлены особенностями их морфологии. Высокая доля стволовой части в древесных растениях обеспечивает несколько иное, чем в кустарниковых растениях, распределение запасующих веществ между кроной и стволом и, как следствие, пролонгированный характер высвобождения подвижных форм из сложных эфиров (восков), что приводит к нивелированию летнего минимума содержания липидов.

Эфирное масло, в состав которого входят вещества, летучие с паром, является составной частью липидов (жирорастворимых веществ). Содержание эфирного масла (ЭМ) в древесной зелени можжевельника незначительно меняется по сезонам и в целом вдвое больше, чем в ДЗ сосны и уступает лишь ДЗ пихты.

Ранее в работах Уваровской [21] был выявлен ряд тенденций по сезонной динамике содержания ЭМ в древесной зелени дальневосточных видов можжевельника. Снижение выхода ЭМ в весенне-летний период объяснено их активным участием в процессах развития растений; повышение выхода ЭМ в зимний период связано с его защитными функциями при воздействии низких температур. Тот факт, что в исследованных нами объектах подобные тенденции не выявлены, объясняется, по-видимому, природно-климатической спецификой региона: короткий вегетационный период, неблагоприятный тепловой режим почв и низкий уровень освещенности. Подобные стрессовые условия приводят к необходимости постоянного биосинтеза веществ, обеспечивающих устойчивость растения.

Вещества, извлекаемые горячей водой (ВР), отчасти соответствуют по составу группе ВЭЭ, в первую очередь, это фенольные компоненты, белки, минеральные вещества. По содержанию ВР в хвое можжевельника наблюдается два максимума (июнь и ноябрь) и минимум, приходящийся на август. Связь первого максимума с периодом максимального поступления исходных веществ для синтеза с водными растворами из почвы очевидна; второй максимум соответствует периоду накопления фенолов. Минимум объясняется замедлением аспирационного тока по водопроводящим каналам в конце лета.

Заключение

Содержание экстрактивных веществ в древесной зелени можжевельника обыкновенного подвержено сезонным колебаниям, которые определяются протеканием различных стадий процессов биосинтеза как низкомолекулярных, так и высокомолекулярных соединений. Наиболее значимые изменения в зависимости от месяца отбора проб обнаружены по содержанию липидов, воска и веществ, извлекаемых этанолом. Колебание состава экстрактивных веществ ДЗ по всем компонентам, за исключением эфирных масел, соответствует фенологическому циклу можжевельника.

Список литературы

1. Кищенко И.Т., Вантенкова И.В. Сезонное формирование трахеид ствола ели европейской в разных типах леса Северной Карелии // Лесоведение. 2017. №1. С. 53–59.
2. Зубов И.Н. Особенности формирования лигноуглеводной матрицы хвойных на примере можжевельника: дис. ... канд. хим. наук. Архангельск, 2013. 122 с.
3. Зубов И.Н., Хвиюзов С.С., Лобанова М.А., Боголицын К.Г., Гусакова М.А. Влияние абиотических факторов на формирование лигноуглеводной матрицы древесины можжевельника // Известия вузов. Лесной журнал. 2012. №1. С. 113–120.
4. Матвеев Е.Н., Алёшина Н.А., Величко Н.А. Состав экстрактов древесной зелени *Juniperus sibirica burgsd* // Химия растительного сырья. 2013. №4. С. 175–177.
5. Макарова Е.Н., Патова О.А., Михайлова Е.А., Демин В.А. Сезонная динамика и биологическая активность полисахаридов древесной зелени пихты сибирской *Abies sibirica Ledeb.* // Химия растительного сырья. 2011. №1. С. 35–42.
6. Медведев С.С. Физиология растений. СПб.: БХВ-Петербург, 2012. 512 с.
7. Боголицын К.Г., Сурсо М.В., Гусакова М.А., Зубов И.Н. Динамика сезонных и возрастных изменений параметра активности пероксидазы в хвое можжевельника обыкновенного // Лесной журнал. 2013. №6. С. 91–99.
8. Мамаев С.А. Сезонная и возрастная динамика содержания хлорофилла *a* и *b* в хвое сосны // Физиология и экология древесных растений: материалы Уральского совещания. Сер. Труды Института биологии. Уральский филиал АН СССР. 1965. С. 37–41.
9. Левин Э.Д., Репях С.М. Переработка древесной зелени. М., 1984. 120 с.
10. Helmsaari H.-S. Temporal variation in nutrient concentration of *Pinus sylvestris* needles // Scand. J. For. Res. 1990. Vol. 5. Pp. 177–193.

11. Лукина Н.В. Сезонная динамика химического состава хвои сосны обыкновенной на Кольском полуострове // Лесоведение. 1996. №1. С. 41–52.
12. Рунова Е.М., Угрюмов Б.И. Комплексная переработка зелени хвойных пород с целью получения биологически активных веществ // Химия растительного сырья. 1998. №1. С. 57–60.
13. Сухарева Т.А. Сезонная динамика химического состава хвои ели сибирской на Кольском полуострове // Лесоведение. 2014. №2. С. 27–37.
14. Myers-Smith I.H., Hik D.S., Forbes B.C., Wilmking M. and set. Shrub expansion in tundra ecosystems: dynamics, impacts and research priorities // Environmental Research Letters. 2011. N6. Pp. 1–15. DOI: 10.1088/1748-9326/6/4/045509
15. ГОСТ 21769-84. Зелень древесная. Технические условия. М.: Изд-во стандартов, 1980. 9 с.
16. Кутакова Н.А., Богданович Н.И., Селянина С.Б., Коптелова Е.Н., Коровкина Н.В. Лабораторный практикум по технологии биологически активных веществ и углеродных адсорбентов: в 2 ч. Ч. 2. Анализ БАВ: учебное пособие. Архангельск, 2015. 114 с.
17. Нарчуганов А.Н., Ефремов А.А., Оффан К.Б. Экстрактивные вещества лапки хвойных Эвенкии, извлекаемые при спиртовой обработке с использованием ультразвука // Химия растительного сырья. 2010. №1. С. 105–108.
18. Шанина Е.В. Переработка древесной зелени сосны обыкновенной с использованием водно-этанольных смесей: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Красноярск, 2004. 18 с.
19. Ушанова В.М., Ушанов С.В., Репях С.М. Состав и переработка древесной зелени и коры пихты сибирской. Красноярск, 2008. 257 с.
20. Сурсо М.В. Репродуктивная биология и полиморфизм хвойных видов (Семейства Pinaceae Lindl., Cupressaceae Rich. Ex Bartl.) Европейского Севера России (Архангельская область): автореф. дис. ... докт. сел.-хоз. наук. Архангельск, 2013. 43 с.
21. Уваровская Д.К. Эфирные масла дальневосточных видов рода *Juniperus* L.: содержание, состав, использование: дис. ... канд. биол. наук. Хабаровск, 2008. 155 с.

Поступила в редакцию 9 июня 2018 г.

После переработки 23 января 2019 г.

Принята к публикации 24 января 2019 г.

Для цитирования: Zubov I.N., Selyanina S.B., Kutakova N.A., Selivanova N.V. Сезонные особенности метаболизма в древесной зелени кустарникового яруса лесов северо-таежной зоны // Химия растительного сырья. 2019. №2. С. 145–151. DOI: 10.14258/jcprm.2019024142.

Zubov I.N.¹, Selyanina S.B.¹, Kutakova N.A.^{2*}, Selivanova N.V.¹ SEASONAL FEATURES OF METABOLISM OF WOODY GREENERY OF THE SHRUB LAYER BOREAL FORESTS

¹ Federal Research Center for Integrated Study of the Arctic named after Academician N.P. Laverova RAS, nab. Severnoy Dviny, 23, Arkhangelsk, 163000 (Russia)

² Northern (Arctic) Federal University M.V. Lomonosov, nab. Severnoy Dviny, 17, Arkhangelsk, 163002 (Russia), e-mail: n.kutakova@narfu.ru

A common juniper (*Juniperus Communis* L.) is a representative of shrub layer of boreal forests. In this work seasonal dynamics of quantitative content of main group of juniper woody greenery extractive substances is considered. Sampling was carried out during the spring-summer-autumn period in the Arkhangelsk region outside the zone of anthropogenic impact. Forest type – blueberry, mixed spruce-pine forest stand, class of Bonita-IV. In study samples content of mineral, water-soluble, alcohol-soluble and removing by steam distillation compounds and lipids content have been determined. According to these data, content of alcohol-soluble components is from 27.1 to 33.3%. It has maximum in April which is the last month of subarctic plants resting phase. The start of growth season in May is followed by sharp decrease of alcohol-soluble components content till it is the least value. Part of the components of alcohol extracts is precipitated when cooled in the form of wax (esters of fatty acids and alcohols

* Corresponding author.

or sterols with an admixture of fatty acids, hydrocarbons, pigments). The maximum content (4.3%) of wax substances falls on April, the minimum (1.4%) was detected in May. Lipids content ranges from 8.6 to 12.2%. This is somewhat below in comparison with pine tree, fir and other coniferous species. The three minimums of lipids content (in May, August and December), which were extracted with petroleum ether, in juniper woody greenery are observed in annual dynamic, and one maximum (July). The content of essential oil varies slightly by season and the number (2.4–2.8%) is second only to the DZ of fir. In the group of water-soluble substances there are two highs (June and November) and a low of August. The first maximum is associated with the flow of aqueous solutions from the soil, the second corresponds to the period of phenol accumulation. The minimum is explained by the slowing down of the aspiration current through the water supply channels at the end of the summer.

It has been established that seasonal dynamics of main group of extractive substances content of juniper woody greenery as a whole is correspond to phenological cycle.

Keywords: woody greenery, common juniper, extractive substances, lipids, seasonal dynamics.

References

1. Kishchenko I.T., Vantenkova I.V. *Lesovedeniye*, 2017, no. 1, pp. 53–59. (in Russ.).
2. Zubov I.N. *Osobennosti formirovaniya lignouglevodnoy matritsy khvoynykh na primere mozhzhevel'nika: dis. ... kand. khim. nauk.* [Features of the formation of lignohydrate matrix conifers on the example of juniper: dis. ... Cand. chemical sciences]. Arkhangel'sk, 2013, 122 p. (in Russ.).
3. Zubov I.N., Khviyuzov S.S., Lobanova M.A., Bogolitsyn K.G., Gusakova M.A. *Izvestiya vuzov. Lesnoy zhurnal*, 2012, no. 1, pp. 113–120. (in Russ.).
4. Matveyenko Ye.N., Aloshina N.A., Velichko N.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2013, no. 4, pp. 175–177. (in Russ.).
5. Makarova Ye.N., Patova O.A., Mikhaylova Ye.A., Demin V.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2011, no. 1, pp. 35–42. (in Russ.).
6. Medvedev S.S. *Fiziologiya rasteniy*. [Plant physiology]. St. Petersburg, 2012, 512 p. (in Russ.).
7. Bogolitsyn K.G., Surso M.V., Gusakova M.A., Zubov I.N. *Lesnoy zhurnal*, 2013, no. 6, pp. 91–99. (in Russ.).
8. Mamayev S.A. *Fiziologiya i ekologiya drevesnykh rasteniy: Materialy Ural'skogo soveshchaniya. Ser. Trudy Instituta biologii. Ural'skiy filial AN SSSR.* [Physiology and ecology of woody plants: Materials of the Ural meeting. Ser. Proceedings of the Institute of Biology. Ural branch of the USSR Academy of Sciences]. 1965, pp. 37–41. (in Russ.).
9. Levin E.D., Repyakh S.M. *Pererabotka drevesnoy zeleni*. [Recycling wood greens]. Moscow, 1984, 120 p. (in Russ.).
10. Helmisaari H.-S. *Scand. J. For. Res.*, 1990, vol. 5, pp. 177–193.
11. Lukina N.V. *Lesovedeniye*, 1996, no. 1, pp. 41–52. (in Russ.).
12. Runova Ye.M., Ugryumov B.I. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 1998, no. 1, pp. 57–60. (in Russ.).
13. Sukhareva T.A. *Lesovedeniye*, 2014, no. 2, pp. 27–37. (in Russ.).
14. Myers-Smith I.H., Hik D.S., Forbes B.C., Wilmking M. and set. *Environmental Research Letters*, 2011, no. 6, pp. 1–15, DOI: 10.1088/1748-9326/6/4/045509
15. *GOST 21769-84. Zelen' drevesnaya. Tekhnicheskiye usloviya.* [GOST 21769-84. Greenery woody. Technical conditions.]. Moscow, 1980, 9 p. (in Russ.).
16. Kutakova N.A., Bogdanovich N.I., Selyanina S.B., Koptelova Ye.N., Korovkina N.V. *Laboratornyy praktikum po tekhnologii biologicheskii aktivnykh veshchestv i uglerodnykh adsorbentov: v 2 ch. Ch.2. Analiz BAV: uchebnoye posobiye.* [Laboratory workshop on the technology of biologically active substances and carbon adsorbents: in 2 hours. Part 2. BAS Analysis: study guide]. Arkhangel'sk, 2015, 114 p. (in Russ.).
17. Narchuganov A.N., Yefremov A.A., Offan K.B. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2010, no. 1, pp. 105–108. (in Russ.).
18. Shanina Ye.V. *Pererabotka drevesnoy zeleni sosny obyknovennoy s ispol'zovaniyem vodno-etanol'nykh sme-sey: avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk.* [Processing of green pine wood with the use of water-ethanol mixtures: author. dis. ... Cand. tech. sciences.]. Krasnoyarsk, 2004, 18 p. (in Russ.).
19. Ushanova V.M., Ushanov S.V., Repyakh S.M. *Sostav i pererabotka drevesnoy zeleni i kory pikhty sibirskoy.* [Composition and processing of wood greens and Siberian fir bark]. Krasnoyarsk, 2008, 257 p. (in Russ.).
20. Surso M.V. *Reproduktivnaya biologiya i polimorfizm khvoynykh vidov (Semeystva Pinaceae Lindl., Cupressaceae Rich. Ex Bartl.) Yevropeyskogo Severa Rossii (Arkhangel'skaya oblast'): avtoref. dis. ... dok. sel.-khov. nauk.* [Reproductive biology and polymorphism of coniferous species (Pinaceae Lindl., Cupressaceae Rich. Ex Bartl. Families) of the European North of Russia (Arkhangel'sk region): author. dis. ... doctors of agricultural sciences]. Arkhangel'sk, 2013, 43 p. (in Russ.).
21. Uvarovskaya D.K. *Efirnyye masla dal'nevostochnykh vidov roda Juniperus L.: sodержaniye, sostav, ispol'zovaniye: dis. ... kand. biol. nauk.* [Essential oils of Far Eastern species of the genus Juniperus L.: content, composition, use: dis. ... Cand. biol. sciences]. Khabarovsk, 2008, 155 p. (in Russ.).

Received June 9, 2018

Revised January 23, 2019

Accepted January 24, 2019

For citing: Zubov I.N., Selyanina S.B., Kutakova N.A., Selivanova N.V. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 2, pp. 145–151. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019024142.

