

УДК 581.522+582.477

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *JUNIPERUS COMMUNIS* L. ПО ВОЗРАСТНОМУ СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ ХЛОРОФИЛЛОВ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

© 2018 Е.А. Тишкина, Л.А. Семкина

ФГБУН Ботанический сад Уральского Отделения РАН, г. Екатеринбург

Статья поступила в редакцию 07.08.18

Обследована возрастная структура 16 фрагментов ценопопуляций *Juniperus communis* L. (Старопышминская, Баронская, Нижнетагильская, Староуткинская, Усть-уткинская) в сосняке ягодниково-черничном, кисличном, разнотравном и ельнике зеленомошниковом и травяно-злаковым в Свердловской области в районах от 56°56'24" до 57°52'46" с.ш. Целью исследования является выявление сообществ с участием можжевельника обыкновенного и изучение структурных особенностей его фрагментов ценопопуляций на территории Свердловской области. Описаны состав и сомкнутость древостоев в каждом типе леса, рассчитана плотность особей можжевельника обыкновенного, показатель жизненного состояния. Почти все обследованные ценопопуляции являются относительно молодыми, в них преобладают виргинильные и генеративные растения с довольно высокими показателями жизненного состояния. В 11 фрагментах ценопопуляций имеются имматурные особи. В Нижнетагильской ценопопуляции отсутствуют имматурные и ювенильные экземпляры, что связано с рекреационной нагрузкой. Отмечен большой процент мужских особей по сравнению с женскими, что препятствует благоприятному семенному возобновлению. В Старопышминской ценопопуляции активно идет процесс вегетативного размножения и вследствие этого плотность можжевельника наивысшая. Состояние можжевельника обыкновенного оценено по содержанию фотосинтетических пигментов в хвое. Изученные фрагменты ценопопуляций существенно различаются по накоплению фотосинтетических пигментов, содержание хлорофилла *a* варьирует от 1,36 до 2,25, а хлорофилла *b* от 0,92 до 2,32 мг/г сырого веса. Фрагменты ценопопуляций, произрастающие в природном парке "Река Чусовая", отличаются наилучшими показателями жизненного состояния и наибольшим содержанием хлорофиллов и каротиноидов. При высокой сомкнутости древостоя (0,8) изменяется соотношение хлорофиллов – увеличивается доля хлорофилла *b*, стабилизатора пигментного комплекса. Сосняк ягодниковый и сосняк черничный являются наиболее благоприятными местообитаниями для существования можжевельника обыкновенного в условиях Среднего Урала.

*Ключевые слова:* *Juniperus communis* L., жизненное состояние ценопопуляции, типы леса, возрастная структура, хлорофиллы, каротиноиды.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания Ботанического сада УрО РАН*

### ВВЕДЕНИЕ

Можжевельник обыкновенный имеет обширный ареал и является ценной технической лекарственной и декоративной подлесочной культурой. В последние годы отмечается деградация его местообитаний за счет неблагоприятных погодных условий и антропогенного воздействия. В связи с этим мониторинг состояния ценопопуляций необходим.

Целью исследования является выявление сообществ с участием можжевельника обыкновенного и изучение структурных особенностей

*Тишкина Елена Александровна, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник лаборатории экологии древесных растений.*

*E-mail: elena.mlob1@yandex.ru*

*Семкина Лидия Александровна, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории экологии древесных растений.*

*E-mail: lidia.semkina@botgard.uran.ru*

его фрагментов ценопопуляций на территории Свердловской области.

### МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в смешанных темно- и светлохвойных горно-лесных экосистемах Среднего Урала в выбранных 16 фрагментах ценопопуляций можжевельника обыкновенного (табл. 1).

Установлены тип леса по Б.П. Колесникову [1], состав древостоя и сомкнутость древесного полога (табл. 2). Для учета плотности особей закладывали временные пробные площади (ВПП) 0,09 га, 50×60м, по стандартной методике в различных типах леса [2] с численностью особей от 48 до 352.

Замеры высоты и диаметра корневой шейки проводили у 30 генеративных особей можжевельника на каждой пробной площади. При подсчете плодоносящих и не плодоносящих эк-

**Таблица 1.** Географические параметры ценопопуляций можжевельника обыкновенного на Среднем Урале

Ценопопуляция	Номер фрагмента ценопопуляции	Район произрастания	Географические координаты (с.ш., в. д.)
Старопышминская	1	Окрестности села Старопышминска Березовского района Свердловской области	56°56'24" 60°54'24"
	2		
	3		
	4		
	5		
Усть-уткинская	6	вблизи деревни Усть-Утка Пригородного района Свердловской области (природный парк «Река Чусовая»)	57°37'15" 59°1'40"
	7		
	8		
	9		
	10		
Нижнетагильская	11	лесопарковая часть города Нижнего Тагила Ленинского района Свердловской области	57°52'46" 59°53'13"
	12		
Баронская	13	вблизи деревни Баронская Пригородного района Свердловской области (природный парк «Река Чусовая»)	57°37'48" 59°03'24"
	14		
Староуткинская	15	окрестности поселка Староуткинска Шалинского района Свердловской области (природный парк «Река Чусовая»)	57°10'51" 59°19'54"
	16		

землянок установлено соотношение мужских и женских растений. Категории жизненного состояния каждой диагностируемой особи можжевельника оценивалось визуально с помощью индекса по пятибалльной шкале В.А. Алексеева [3]:

I – здоровые, у которых показатель жизненного состояния – 80-100%;

II – слабо повреждённые (умеренно ослабленные) – 50-79%;

III – сильно повреждённые (сильно ослабленные) – 20-49%;

IV – усыхающие (отмирающие, полностью разрушенные) – менее 20%;

V – сухой – 0%.

Возрастная структура фрагментов ценопопуляций оценена по количеству живых особей на пробных площадях по методикам Т.А. Работнова [4] и А.А. Уранова [5]. На основе литературных данных [6] и полевых описаний выявлены следующие онтогенетические состояния особей *J. communis*: проростки, ювенильные, имматурные, виргинильные, молодые генеративные, средневозрастные генеративные, старые генеративные, субсенильные и сенильные особи.

Для оценки устойчивости ценопопуляций можжевельника обыкновенного, использовали показатель содержания в хвое фотосинтетических пигментов [7]. Для определения количественного состава пигментов брали не менее трех навесок хвои 2-летнего возраста с южной стороны кроны на высоте 1,3 м у пяти экземпляров. Определение хлорофиллов *a/b* и каротиноидов проводили прямым спектрофотометрированием на спектрофотометре Odyssey DR/2500 (НАСН, США) в июле 2015 года. Экстрагирование пигментов проводили 100% ацетоном. Навеску (0,5 гр.) свежего материала тщательно измельчали в фарфоровой ступке со стеклянным порошком и 5 мл ацетона, с целью получения усредненного образца. Для нейтрализации органических кислот вносили небольшое количество  $\text{CaCO}_3$ . Спектрофотометрирование проводили в кювете с толщиной слоя 1 см, при длине волны 644, 662 и 440 нм в трех повторностях [8]. Расчеты концентрации пигментов в вытяжке проводили по стандартным формулам [9]. В таблицах приведены средние величины со стандартной ошибкой.

Таблица 2. Характеристика ценопопуляций можжевельника обыкновенного на Среднем Урале

Номер фрагмента ценопопуляции	Тип леса	Древостой		Фрагменты ценопопуляции (по 0,09га)			
		состав	сомкнутость древесного полога	Плотность особей на пробной площади	Показатель жизненного состояния, %	Соотношение мужских и женских особей, %	
						жен.	муж.
1	2	3	4	5	6	7	8
Старопышминская ценопопуляция							
1	Сосняк ягодниковый	10С	0,7	145	66,8	-	-
2	Сосняк черничный	10С	0,7	300	72	-	-
3	Сосняк черничный	10С	0,7	352	74	-	-
4	Сосняк разнотравный	10С	0,7	116	61	-	-
5	Сосняк разнотравный	10С	0,8	78	56,8	-	-
Усть-уткинская ценопопуляция							
6	Сосняк кисличный	10С	0,8	48	55,8	43	57
7	Сосняк ягодниковый	8С2Е	0,6	64	70	27	73
8	Ельник разнотравный	3С4Е3Ос	0,5	57	54	40	60
9	Сосняк черничный	10С	0,5	150	64	17	83
10	Сосняк черничный	10С	0,4	170	56,6	30	70
Нижнетагильская ценопопуляция							
11	Ельник-сосняк зеленомошниково - ягодниковый	8Е2С	0,8	37	59	67	33
12	Ельник-сосняк зеленомошниково-ягодниковый	8Е2С	0,6	50	77	47	53
Баронская ценопопуляция							
13	Сосняк ягодниковый	9С1Б	0,8	57	88	7	93
14	Сосняк ягодниковый	9С1Б	0,8	57	97	17	83
Староуткинская ценопопуляция							
15	Сосняк-ельник травяно-злаковый	5С5Б+Л	0,7	55	66	40	60
16	Ельник травяно-злаковый	3Е2П2С3Б	0,7	55	72	60	40

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Плотность фрагментов ценопопуляций можжевельника обыкновенного составляет от 37 до 352 экземпляров на пробной площади. В пересчете плотность на 1 гектар варьирует от 411 до 3911шт. По литературным источникам для Предуралья численность можжевельника установлена 952шт./га, для горных южноуральских ценопопуляций – 1240шт./га, а усредненная плотность составляет 1096шт./га [10]. Максимальная плотность можжевельника отмечена в Старопышминской ценопопуляции (фрагмент 2,3), где основной способ поддержания устойчивости ценопопуляций – вегетативное возобновление омоложенными побегами до ювенильного возрастного состояния.

Практически во всех ценопопуляциях (исключение составляет Баронская) можжевельник представлен с умеренно ослабленными экземплярами, где показатель жизненного состояния составляет от 54 до 77%. Только в Баронской ценопопуляции произрастают здоровые биотипы. Почти во всех типах леса доминируют мужские особи (53-93%). В Нижнетагильской (11) и Староуткинской ценопопуляциях (16) с увеличением среднего возраста можжевельника преобладают генеративные особи, и доля женских особей возрастает, подобные данные приводят и другие исследователи [11].

Возрастная структура изученных ценопопуляций различается по онтогенетическому составу (табл. 3). В Старопышминской и Баронской ценопопуляциях преобладают виргинильные

**Таблица 3.** Характеристика возрастных состояний и некоторых морфологических показателей можжевельника обыкновенного

Номер фрагмента ценопопуляции	I	Im	V	G1	G2	G3	Ss	S	Высота, м	Диаметр корневой шейки, см
Старопышминская ценопопуляция										
1	-	20	72	1	-	-	7	-	1,04±0,12	1,47±0,2
2	-	23	57	20	-	-	-	-	1,28±0,14	1,82±0,2
3	-	7	50	43	-	-	-	-	1,42±0,09	2,72±0,16
4	23	3	53	17	4	-	-	-	0,79±0,06	0,98±0,09
5	10	-	73	10	7	-	-	-	0,70±0,04	1,18±0,08
Усть-уткинская ценопопуляция										
6	-	16	57	20	-	-	-	7	1,13±0,08	1,37±0,13
7	10	40	34	13	-	-	3	-	0,77±0,08	1,28±0,18
8	-	3	50	47	-	-	-	-	1,46±0,11	2,59±0,26
9	-	7	47	43	3	-	-	-	1,61±0,09	2,29±0,20
10	-	7	37	53	3	-	-	-	1,78±0,12	2,62±0,31
Нижнетагильская ценопопуляция										
11	-	-	14	23	60	3	-	-	2,11±0,15	4,67±0,03
12	-	-	7	23	70	-	-	-	1,82±0,09	4,38±0,03
Баронская ценопопуляция										
13	-	14	83	-	3	-	-	-	0,66±0,06	1,35±0,16
14	-	6	90	4	-	-	-	-	0,87±0,06	1,09±0,09
Староуткинская ценопопуляция										
15	-	-	27	50	16	7	-	-	2,01±0,12	4,07±0,02
16	-	-	7	70	20	3	-	-	1,95±0,09	4,62±0,03

особи от 53 до 90%. Доминирование молодых и средневозрастных генеративных особей выявлены в Нижнетагильской и Староуткинской ценопопуляциях. В Усть-уткинской ценопопуляции представлены почти все возрастные состояния. В Нижнетагильской ценопопуляции отсутствуют иматурные и ювенильные экземпляры, что связано с рекреационной нагрузкой. Кроме антропогенного воздействия на возрастной спектр можжевельника могут влиять различные абиотические факторы (высокая освещенность, почвенная эрозия, недостаточная влажность почвы).

Изученные фрагменты ценопопуляций существенно различаются и по содержанию фотосинтетических пигментов (табл. 4). Так, содер-

По содержанию каротиноидов существенных различий между фрагментами ценопопуляций не найдено (0,47-0,56 мг/г сырого веса).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, изученные фрагменты ценопопуляций можжевельника обыкновенного представлены генеративными, в основном, мужскими особями, с довольно высокими жизненными показателями. В ненарушенных местообитаниях в Баронской и Староуткинской ценопопуляциях особи можжевельника обыкновенного сбалансированы по возрастному составу и накоплению фотосинтетических пигментов. Сосняк ягодниковый и сосняк черничный

**Таблица 4.** Содержание хлорофиллов и каротиноидов в хвое можжевельника обыкновенного, мг/г сырого веса

Содержание пигментов					Соотношение хлорофилла а/в
хлорофилл а	хлорофилл в	а+в	каротиноиды	сумма пигментов	
Старопышминская ценопопуляция					
1,36±0,12	1,06±0,11	2,42±0,23	0,48±0,02	2,9	1,28
Усть-уткинская ценопопуляция					
1,55±0,09	1,39±0,19	2,94±0,28	0,47±0,05	3,41	1,11
Баронская ценопопуляция					
2,25±0,2	2,32±0,34	4,57±0,85	0,51±0,04	5,08	0,96
Староуткинская ценопопуляция					
1,60±0,15	1,28±0,22	2,88±0,37	0,56±0,05	3,44	1,25
Нижнетагильская ценопопуляция					
1,42±0,18	0,92±0,27	2,34±0,45	0,53±0,06	2,87	1,54

жание хлорофилла а варьирует от 1,36 до 2,25, а хлорофилла в от 0,92 до 2,32 мг/г сырого веса. Наибольшее содержание пигментов у особей Баронской ценопопуляции, расположенной в благоприятных условиях природного парка "Река Чусовая". В этой ценопопуляции преобладают виргинильные молодые растения с высокими показателями жизненного состояния, но находящиеся в некотором затенении (плотность древостоя 0,8). Вследствие этого содержание пигментов увеличилось за счет высокого накопления хлорофилла в, при этом соотношение хлорофиллов а/в составило 0,96. Приведенные величины согласуются с данными других исследователей [12, 13].

Очень низкое содержание суммы хлорофиллов (2,34 мг/г) было установлено в Нижнетагильской ценопопуляции, где можжевельник растет в непосредственной близости от карьера Качканарского горно-обогатительного комбината и свалки бытового мусора.

являются наиболее благоприятными местообитаниями для можжевельника обыкновенного в условиях Среднего Урала. Фотосинтетический комплекс пигментов, наряду с морфологическими признаками, является хорошим диагностическим показателем состояния ценопопуляций.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колесников Б.П. Зубарева Р.С., Смолоногов Е.П. Лесорастительные условия и типы леса Свердловской области. Свердловск: УНЦ, 1973. 176 с.
2. Андреева Е.Н., Баккал И.Ю., Горшков В.В., Лянгузова И.В., Мазная Е.А., Нешатаев В.Ю., Нешатаева В.Ю., Ставрова Н.И., Ярмишко В.Т., Ярмишко М.А. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИ-Химии СПбГУ, 2002. 240 с.
3. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. 1989. №4. С. 51-57.
4. Работнов Т.А. Вопросы изучения состава популяции для целей фитоценологии // Проблемы ботаники. Сборник статей. М.: Изд-во АН СССР, 1950.

- Вып.1. С.465-483.
5. Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биол. науки. 1975. № 2. С. 7-34.
  6. Салахов Н.В. Эколого-фитоценотическая приуроченность, жизненные формы и популяционная биология *Juniperus communis* L. в Республике Татарстан: Автореф. дис... канд. биол. наук. М., 2009. 18 с.
  7. Тишкина Е.А., Семкина Л.А. Влияние антропогенных воздействий на устойчивость ценопопуляций *JUNIPERUS COMMUNIS* L. на Среднем Урале // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2016. Т.26. Вып.1. С.79-84.
  8. Годнев Т.Н. Хлорофилл, его строение и образование в растении. Минск: Изд-во АНБССР, 1963. 319 с.
  9. Крючков В.А., Булатова И.К. Практикум по физиологии древесных растений. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2006. 248с.
  10. Фарукишина Г.Г., Путенихин В.П. Можжевельники обыкновенный и казацкий на Южном Урале: распространение, популяционная структура, сохранение генофонда. Уфа: Гилем, Башк. энцикл., 2016. 176 с.
  11. Falinski J.B. Vegetation dynamics and sex structure of the populations of pioneer dioecious woody plants // Vegetatio. 1980. Vol. 43. №1-2. P. 23-38.
  12. Шульгин И.А. Морфофизиологические приспособления растений к свету. М.: Изд. МГУ, 1963. 158 с.
  13. Головки Т.К., Далькэ И.В., Дымова О.В., Захой И.Г., Табаленкова Г.Н. Пигментный комплекс растений природной флоры Европейского Северо-Востока // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2010. №1. С. 39-46.

### BIOLOGICAL PECULIARITIES OF *JUNIPERUS COMMUNIS* L. IN THE AGE STRUCTURE AND CHLOROPHYL CONTENT IN THE MIDDLE URALS

© 2018 E.A. Tishkina, L.A. Semkina

Botanic Garden, Ural Branch of Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg

We studied age structure of 16 fragments (Staro-Pyshma, Baronovo, Nizhne-Tagil, Staro Utka, Ust Utka) in berry-bilberry-wood sorrel-herb pine forests, in a spruce forest in Sverdlovsk region between 56°56'24" and 57°52'46" N.L. The aim was to find communities with *Juniperus communis* L. and to study structure peculiarities of its coenopopulation fragments in Sverdlovsk region. The composition of file stands and canopy density are described for each forest type, density of *Juniperus communis* L. specimens and vitality indices are calculated. Almost all coenopopulations are comparatively young, virgin and generative plants with rather high vitality indices predominate. In 11 coenopopulation fragments there are immature specimens. In the Nizhny Tagil coenopopulation immature and juvenile specimens are absent due to recreation load. A greater percentage of male specimens compared to female ones prevents favorable seed regeneration. Active vegetative propagation in the Staro-Pyshma coenopopulation results in the maximum *Juniperus communis* L. density. Its state is estimated from the content of photosynthetic pigments in the needles. All differ in the accumulation of photosynthetic pigments: 1.36 to 2.25 mg/g wet weight chlorophyll *a*, 0.92 to 2.36 for chlorophyll *b*. Coenopopulation fragments in the «Chusovaya River» park forest have maximum vitality indices chlorophyll and carotenoid content. Where canopy density is high (0.8) chlorophyll *b* (pigment content stabilizer) Berry and bilberry pine forests are the most favourable habitats for *Juniperus communis* L. in conditions of the Middle Urals.

**Keywords:** *Juniperus communis* L., coenopopulation, vitality, forest types, age structure, chlorophylls, carotenoids.

*Elena Tishkina, Cand. Agric Sci, Researcher Lab. Woody Plants Ecology.*

*E-mail: elena.mlob1@yandex.ru*

*Lidia Semkina, Dr. Biol., Leading Researcher Lab. Woody Plants Ecology.*

*E-mail: lidia.semkina@botgard.uran.ru*