

Научная статья

УДК 630.182.42:582.477:581.132.1

МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АДАПТАЦИЯ МОЖЖЕВЕЛЬНИКА ОБЫКНОВЕННОГО НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

**Кристина Алексеевна Рожкова¹, Филипп Олегович Царев²,
Елена Александровна Тишкина³**

^{1, 2, 3} Уральский государственный лесотехнический университет,
Екатеринбург, Россия

¹ krisrozhovo@gmail.com

² tsarev.f@list.ru com

³ tishkinaea@m.usfeu.ru

Аннотация. Изучено накопление фотосинтетических пигментов и соотношение их форм в хвое можжевельника обыкновенного в горных среднетаежных темнохвойных лесах Южного Урала в течение зимнего и летнего периодов в контрастных условиях переходной зоны «тундра-редколесье» в пределах одного склона г. Дальний Таганай.

Ключевые слова: *Juniperus communis* L., пигменты, морфометрические параметры, тип местообитаний.

Scientific article

MORPHOPHYSIOLOGICAL ADAPTATION OF JUNIPER COMMON IN THE SOUTHERN URALS

Kristina A. Rozhkova¹, Philip O. Tsarev², Elena A. Tishkina³

^{1, 2, 3} Ural State Forest Engineering University, Yekaterinburg, Russia

¹ krisrozhovo@gmail.com

² tsarev.f@list.ru

³ tishkinaea@m.usfeu.ru

Abstract. The article studies the accumulation of photosynthetic pigments and the ratio of their forms in the coniferous juniper in the mountain middle taiga dark coniferous forests of the Southern Urals during the winter and summer periods in contrasting conditions of the tundra-woodlands transition zone within one slope of the city of Dalny Taganay.

Keywords: *Juniperus communis* L., pigments, morphometric parameters, habitat type

Экспансия кустарников рассматривается как важный компонент глобальных изменений растительности в последнее столетие [1, 2]. В связи с климатическими и антропогенными изменениями кустарниковые сообщества приобретают все большее значение на границе леса и тундры, леса и степи [3].

Цель исследования: изучения морфофизиологического механизма адаптации *Juniperus communis* в контрастных условиях переходной зоны «тундра-редколесье» на горе Дальний Таганай.

Исследования проведены в начале марта и июне в 2019 году на территории национального парка «Таганай» (Челябинская область) в северной части Южного Урала на г. Дальний Таганай. Средняя температура января в изучаемый период года была минус 12,2 °С, июля плюс 17,6 °С, при среднегодовой температуре +2,6 °С, а количество осадков в среднем равнялось 747 мм, при этом снежный покров составлял 32,5 см. Для диагностики пигментного состава в хвое *Juniperus communis* были заложены временные пробные площадки на различных высотных уровнях в пределах одного склона в переходной зоне «тундра – редколесье» (табл. 1).

Для характеристики местообитания и морфометрических параметров (высота и диаметр кроны в двух взаимно перпендикулярных направлениях) применяли стандартные методики [4]. Возраст определялся путем взятия спила в месте прикрепления самой толстой ветви к стволу с последующей датировкой годовичных колец в лабораторных условиях [3].

Таблица 1

Характеристика исследуемых местообитаний *Juniperus communis* L.

Показатели	Тип местообитаний	
	Тундра лишайниково-травяная горная	Редколесье еловое
Растительное сообщество	№ 55°22'03.80", Е 59°54'30.52"	№ 54°48'33.14", Е 59°07'21.23'
Географические координаты	1090	1080
Высота над уровнем моря, м	15±5,1	45±4
Высота снега, см		
Древостой:		
состав	–	10Е
сомкнутость древесного полога	–	0

Хвою можжевельника собирали в марте при максимальном снегонакоплении и в июне, затем замораживали. Всего было исследовано 60 образцов.

Juniperus communis L. – пластичный вид, легко адаптируется, его жизненная форма изменяется в зависимости от условий местообитания, в тундре она представлена стланиковой формой со сложной архитектурой ветвления, в еловом редколесье в виде раскидистого «геоксильного» кустарника с плотностью особей в 2,2 раза выше, чем в тундре. Морфометрические параметры можжевельника также сильно различаются – в еловом редколесье высота особей больше в 2,4 раза, диаметр кроны в 1,8, площадь проективного покрытия кроны в 2,2. В то же время, снижением сомкнутости древесного полога увеличивается плотность особей, она выше в тундре в 2,6 раза. Установлена высокая корреляция возраста и снежного покрова с морфометрическими параметрами ($r = 0,99, p < 0,05$). Содержание пигментов различно у тундровых растений и елового редколесья.

У тундровых растений и в зимнем, и в летнем периодах ниже значения хлорофиллов и каротиноидов, в целом по количеству пигментов, чем у можжевельников в редколесье, за исключением каротиноидов в летний период (табл.2).

Таблица 2

Содержание фотосинтетических пигментов
в хвое *Juniperus communis* L. в переходной зоне «тундра – редколесье»

Параметры		Тип местообитания <i>Juniperus communis</i>	
		Тундра	Редколесье
В летний период сбора хвои			
Содержание пигментов (мг/г ⁻¹) сырого вещества	<i>хлорофилл a</i>	1,11±0,08	1,25±0,16
	<i>хлорофилл b</i>	0,98±0,14	1,23±0,28
	хл, <i>a+b</i>	2,09±0,22	2,48±0,44
	<i>каротиноиды</i>	0,53±0,02	0,50±0,03
	сумма пигментов	2,62	2,98
Соотношение	<i>хлорофилл a:b</i>	1,13	1,01
	<i>хлорофиллы: каротиноиды</i>	3,94	4,96
В зимний период сбора хвои			
Содержание пигментов (мг/г ⁻¹) сырого вещества	<i>хлорофилл a</i>	0,81±0,08	1,07±0,06
	<i>хлорофилл b</i>	0,66±0,11	1,05±0,08
	хл, <i>a+b</i>	1,47±0,19	2,12±0,14
	<i>каротиноиды</i>	0,42±0,02	0,45±0,02
	сумма пигментов	1,89	2,57
Соотношение	<i>хлорофилл a:b</i>	1,22	1,01
	<i>хлорофиллы: каротиноиды</i>	3,5	4,71

Увеличение накопления каротиноидов в летний период связано с функцией защиты пигментных комплексов от фотодеструкции при избыточной инсоляции. Отношение «хлорофиллы : каротиноиды» в Таганайской ценопопуляции можжевельника варьировало в зависимости от времени сбора хвои от 3,5 до 4,96, и оно было выше у лесных особей за счет снижения каротиноидов, а соотношение хлорофилла *a* к хлорофиллу *b* в редколесье не изменялось (1,01), в то время как в тундре было установлено от 1,13 до 1,22.

Исследованы фотосинтетические пигменты Таганайской ценопопуляции *Juniperus communis* L. в пределах одного склона в контрастных условиях: лишайниково-травяной горной тундры и елового редколесья зимой и летом. Исследованные типы местообитания имели отличия по термическому и гидрологическому режимам, уровню освещения. Установлено, что у *Juniperus communis* в еловом редколесье содержание пигментов выше в хвое, чем у тундровых растений за счет особенностей фотосинтетического аппарата. Адаптационные особенности можжевельника, заключающиеся в изменении содержания пигментов и соотношения форм не зависят от возраста растений. Особую защитную роль при фотоингибировании выполняют хлорофилл *b* и каротиноиды, поэтому в тундре, в условиях избыточной инсоляции было зафиксировано увеличение каротиноидов в хвое можжевельника, при этом сезонная динамика фотосинтетических пигментов подчиняется общим закономерностям, свойственным для вечнозеленых хвойных растений. Решающую роль в выживании можжевельника играет снежный покров, так как в экстремальных условиях горных экосистем, особенно на открытых участках, таких как тундра, можжевельник подвергается снежной абразии и морозному иссушению, поэтому скопление снега в еловом редколесье имеет лимитирующее значение для его функционирования. Следующим фактором морфофизиологической особенности является приспособленность *Juniperus communis* к недостатку освещения путем трансформации жизненной формы. В тундре можжевельник встречается в виде стланика, а в еловом редколесье формирует форму раскидистого геоксильного кустарника. Трансформация жизненной формы можжевельника напрямую связана с конкуренцией за световой ресурс и влагу, при этом преимущественным направлением роста у растений в редколесье является рост в высоту, тогда как у *Juniperus communis* в тундре рост идет как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях. Данные особенности позволяют ему внедряться в растительные сообщества.

Список источников

1. An ecosystem in transition: causes and consequences of the conversion of mesic grassland to shrubland / J.M. Briggs et al // *BioScience*. – 2005. – № 55. – С. 243–254.

2. Shifts in litter fall and dominant nitrogen sources after expansion of shrub thickets / S. T. Brantley and D. R. Young // *Oecologia*. – 2008. – № 155. – С. 337–345.

3. Expansion of *Juniperus sibirica* Burgsd. as a response to climate change and associated effect on mountain tundra vegetation in the Northern Urals / A. A. Grigoriev [et al.] // *Journal of Mountain Science*. – 2020. – №17 (10). – С. 2339–2353.

4. Экологическая пластичность пигментного комплекса хвои в горных и равнинных ценопопуляциях можжевельника обыкновенного / Е. А. Тишкина [и др.] // *Лесоведение*. – 2021. – № 4 (4). – С. 351–362.