

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

SOI: [1.1/TAS](#) DOI: [10.15863/TAS](#)

International Scientific Journal Theoretical & Applied Science

p-ISSN: 2308-4944 (print) e-ISSN: 2409-0085 (online)

Year: 2021 Issue: 09 Volume: 101

Published: 30.09.2021 <http://T-Science.org>

QR – Issue



QR – Article



Volga M. Khranchankova

Francisk Skorina Gomel State University
associate professor, PhD in biology

Associate Professor of the Department of Botany and Plant Physiology
hramchenkova@gsu.by

PHOTO-ABSORBENT PROPERTIES OF LICEN EXTRACTS

Abstract: Photoprotective properties of water, ethanol, methanol, acetone, benzene, hexane, ethyl acetate and chloroform extracts from lichens *Cladonia furcata*, *C. rangiferina*, *Evernia mesomorpha*, *Hypogymnia tubulosa* and *Parmelia sulcata* was studied. Alcoholic solutions of aqueous and hexane lichens extracts poorly absorb ultraviolet light in the range of 290 ÷ 400 nm. Ethanol, methanol, acetone, benzene, ethyl acetate and chloroform extracts absorb UV-B well and poorly absorb UV-A. For the extracts, the values of SPF, critical wavelength (λ_{crit}) and UV-A / UV-B ratios were determined. It is concluded that the studied lichen extracts are not photoprotective.

Key words: lichen extracts; sunscreen factor (SPF); critical wavelength (λ_{crit}); extracts alcohol solutions; absorption spectra; UV-A / UV-B ratio.

Language: Russian

Citation: Khranchankova, V. M. (2021). Photo-absorbent properties of lichen extracts. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 09 (101), 705-710.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-09-101-95> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2021.09.101.95>

Scopus ASCC: 1100.

ФОТОАБСОРБИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ЭКСТРАКТОВ ЛИШАЙНИКОВ

Аннотация: Изучали фотозащитные свойства водного, этанольного, метанольного, ацетонового, бензольного, гексанового, этилацетатного и хлорформного экстрактов из лишайников *Cladonia furcata*, *C. rangiferina*, *Evernia mesomorpha*, *Hypogymnia tubulosa* и *Parmelia sulcata*. Спиртовые растворы водных и гексановых экстрактов лишайников слабо поглощают ультрафиолет в диапазоне 290÷400 нм. Этанольные, метанольные, ацетоновые, бензольные, этилацетатные и хлорформные экстракты хорошо поглощают УФ-Б и слабо – УФ-А. Для экстрактов определяли величины SPF, критической длины волны ($\lambda_{крит}$) и отношения УФ-А/УФ-Б. Сделан вывод, что изучаемые экстракты лишайников фотозащитными не являются.

Ключевые слова: экстракты лишайников; солнцезащитный фактор (SPF); критическая длина волны ($\lambda_{крит}$); спиртовые растворы экстрактов; спектры поглощения; УФ-А/УФ-Б.

Введение

Против вредного воздействия ультрафиолетового излучения в настоящее время чаще всего используют фотозащитные средства, косметически выраженные в виде кремов, лосьонов, спреев и т.д. Хорошее солнцезащитное средство должно обеспечивать защиту как в области ультрафиолета Б (УФ-Б, 290÷320 нм), так и в области ультрафиолета А (УФ-А, 320÷400 нм).

После выявления ряда негативных свойств фотопротекторов физической и химической природы, усилия специалистов сосредоточились в

области «зеленой», натуральной фотокосметики, где активными компонентами выступают экстракты растений, грибов и микроорганизмов [1 – 3]. Одним из наименее изученных источников фотозащитных субстанций являются лишайники. Эти организмы, обитающие повсеместно на земном шаре, вынуждены постоянно решать задачу защиты своего фотобионта от разрушительного действия инсоляции, в том числе – ультрафиолетовой. Лишайники синтезируют вещества, характеризующиеся сильным поглощением в УФ-диапазоне, и,

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
ISI (Dubai, UAE) = 1.582
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 3.939
ESJI (KZ) = 9.035
SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
PIF (India) = 1.940
IBI (India) = 4.260
OAJI (USA) = 0.350

поэтому, являются хорошими кандидатами в УФ-фильтры. Существуют публикации, демонстрирующие фотозащитные свойства некоторых лишайников [4 – 6]. Довольно актуальной задачей является оценка фотозащитных свойств экстрактов из лишайников, обитающих не в высокогорьях Гималаев и под озоновой дырой Антарктиды, а в обычных условиях умеренных широт.

Целью настоящего исследования был скрининг фотозащитных свойств экстрактов пяти видов лишайников, распространенных в Беларуси.

Методы исследований

Для исследования выбрали виды лишайников, распространенных в лесах Беларуси: кладония вильчатая – *Cladonia furcata* (Huds.) Schrad., кладония оленья – *Cladonia rangiferina* (L.) Wigg., эверния мезоморфная – *Evernia mesomorpha* Nyl., гипогимния трубчатая – *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav. и пармелия борозчатая – *Parmelia sulcata* Taylor.

Биомассу лишайников отбирали в лесах пригорода г. Гомеля на типичных для каждого вида субстратах. Эпифитные виды отбирали вместе с фрагментом субстрата (корки соответствующего вида форофита); эпигейные виды собирали на почве в сухих сосняках. Биомассу лишайников отделяли от субстрата, очищали от детрита, сушили до воздушно-сухого состояния, измельчали, экстрагировали в аппарате Сокслета, используя в качестве экстрагентов воду, этанол, метанол, ацетон, бензол, гексан, этилацетат и хлороформ. Растворители удаляли, экстракты высушивали, после чего до использования хранили при $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. Навеску 1,0 г экстракта лишайников растворяли в этаноле, фильтровали. Путем разбавления этанолом доводили концентрацию раствора испытуемого экстракта до 200 мкг/мл. Снимали спектр поглощения образцов в диапазоне $\lambda = 290\div 400\text{ нм}$, выполняли фотометрию при $290\div 320\text{ нм}$, раствором сравнения служил чистый этанол. Средством измерения был УФ-спектрофотометр Solar PB 2201, измерительные кюветы – кварцевые. По результатам спектрометрии и фотометрии рассчитывали величины SPF, критической длины волны ($\lambda_{\text{крит}}$) и отношения УФ-А/УФ-Б, на основании которых судили об уровне фотозащитности экстрактов лишайников. Измерения выполнялись в трех повторностях. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программных продуктов Microsoft Excel и STATISTICA 7.0.

Результаты и их обсуждение

Все экстракты имели выраженный, зачастую очень интенсивный запах, именуемый в парфюмерии «аромат мох». Внешний вид

экстрактов отличался. Сухими и сыпучими были экстракты кладоний: оливково-зеленый ацетоновый, желто-зеленый гексановый и буровато-коричневый бензольный; сухими, но вязковатыми были торфяно-коричневый метанольный, оливково-бурый этилацетатный и желтовато-коричневый хлороформный; охристо-терракотовый этанольный экстракт был вязким. Среди экстрактов эвернии сухим и сыпучим был только желтовато-коричневый ацетоновый экстракт; ярко-оранжевый этанольный, густо-зеленый бензольный, оливковый этилацетатный экстракты были вязкими; буро-коричневые метанольный и хлороформный экстракты по консистенции напоминали асфальтную смолу, а черный гексановый экстракт был практически жидким. Ацетоновый экстракт гипогимнии был сухим, желтым, сыпучим, тогда как сухие и сыпучие этилацетатный и хлороформный экстракты были желто-зелеными; бензольный и этанольный – коричневыми, вязковатыми, а шоколадно-коричневый гексановый экстракт представлял собой вязкую гелеобразную массу, не меняющую своих свойств при длительном высушивании. Большинство экстрактов пармелии были сухими и сыпучими: желтый ацетоновый, желто-оранжевый этанольный, охристо-желтый хлороформный, оливково-бурый метанольный, желто-зеленый этилацетатный; сухим, но вязковатым был густо-оливковый бензольный экстракт; коричнево-черный гексановый экстракт был практически жидким. Высушенные водные экстракты всех видов лишайников представляли собой бурую хлопьевидную массу, плохо растворяющуюся в 96 % этаноле.

Выход экстрактов отличался как по видам лишайников, так и по экстрагентам – таблица 1.

Среди экстрагентов наименее эффективными были гексан и бензол. Количество экстрактивных веществ в биомассе лишайников семейств пармелиевые и кладониевые отличалось в три раза.

В диапазоне УФ-Б и УФ-А водные и гексановые экстракты лишайников довольно слабо поглощали ультрафиолет (рисунок 1), причем водные экстракты были «слабее» гексановых. Гексановые экстракты лишайников, будучи слабыми поглотителями УФ-А, в области УФ-Б образовали ряд убывания величин оптической плотности растворов: *E. mesomorpha* > *C. rangiferina* > *P. sulcata* \geq *H. tubulosa* \geq *C. furcata*. Аналогичные ряды убывания при большей поглощающей активности образовали спектры этанольных, метанольных, ацетоновых, бензольных, этилацетатных и хлороформных экстрактов, два из которых в качестве примера мы привели на рисунке 1.

SPF – Sun Protection Factor (солнцезащитный фактор) – сила защиты от УФ-Б-излучения. Данный

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582
 GIF (Australia) = 0.564
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
 ПИНЦ (Russia) = 3.939
 ESJI (KZ) = 9.035
 SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
 PIF (India) = 1.940
 IBI (India) = 4.260
 OAJI (USA) = 0.350

параметр показывает во сколько раз увеличивается минимальная эритемная доза при использовании данного солнцезащитного средства. Для определения SPF фотозащитного продукта взвешивают 1 г образца, переносят в колбу, разбавляют этанолом до 100 мл, обрабатывают ультразвуком в течение 5 мин, фильтруют. Переносят аликвоту 5,0 мл в мерную колбу на 50 мл, доводят до объема этанолом. Затем аликвоту 5,0 мл переносят в мерную колбу

на 25 мл, доводят до объема этанолом. Измеряют поглощение растворов диапазоне от 290 до 320 нм с шагом 5 нм, используя 1 см кварцевую кювету и этанол в виде холостого раствора. Вычисляют среднее из трех определений и рассчитывают SPF по уравнению Мансура [7]:

$$SPF = CF \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times Abs(\lambda);$$

где CF – поправочный коэффициент (равен 10);
 EE(λ) – спектр эритемного эффекта;

Таблица 1. Процентный выход экстрактов из лишайников

Экстрагент	<i>C. furcata</i>	<i>C. rangiferina</i>	<i>E. mesomorpha</i>	<i>H. tubulosa</i>	<i>P. sulcata</i>
Вода	4,3 ± 0,49	3,6 ± 0,18	9,7 ± 0,76	11,2 ± 0,92	7,5 ± 0,63
Этанол	2,2 ± 0,17	2,8 ± 0,22	8,1 ± 0,34	8,8 ± 0,96	9,2 ± 1,07
Метанол	2,8 ± 0,31	3,1 ± 0,29	10,2 ± 0,78	9,2 ± 1,02	7,3 ± 0,49
Ацетон	2,9 ± 0,22	3,2 ± 0,25	5,9 ± 0,29	9,6 ± 0,62	8,8 ± 1,03
Бензол	1,1 ± 0,09	1,7 ± 0,09	5,1 ± 0,13	4,1 ± 0,34	5,7 ± 0,27
Гексан	1,3 ± 0,06	0,8 ± 0,06	1,5 ± 0,09	1,1 ± 0,03	0,07 ± 0,025
Этилацетат	1,9 ± 0,21	2,1 ± 0,39	6,9 ± 0,88	8,2 ± 1,24	6,4 ± 0,53
Хлороформ	1,3 ± 0,07	1,4 ± 0,05	6,2 ± 0,54	7,5 ± 0,92	5,5 ± 0,35

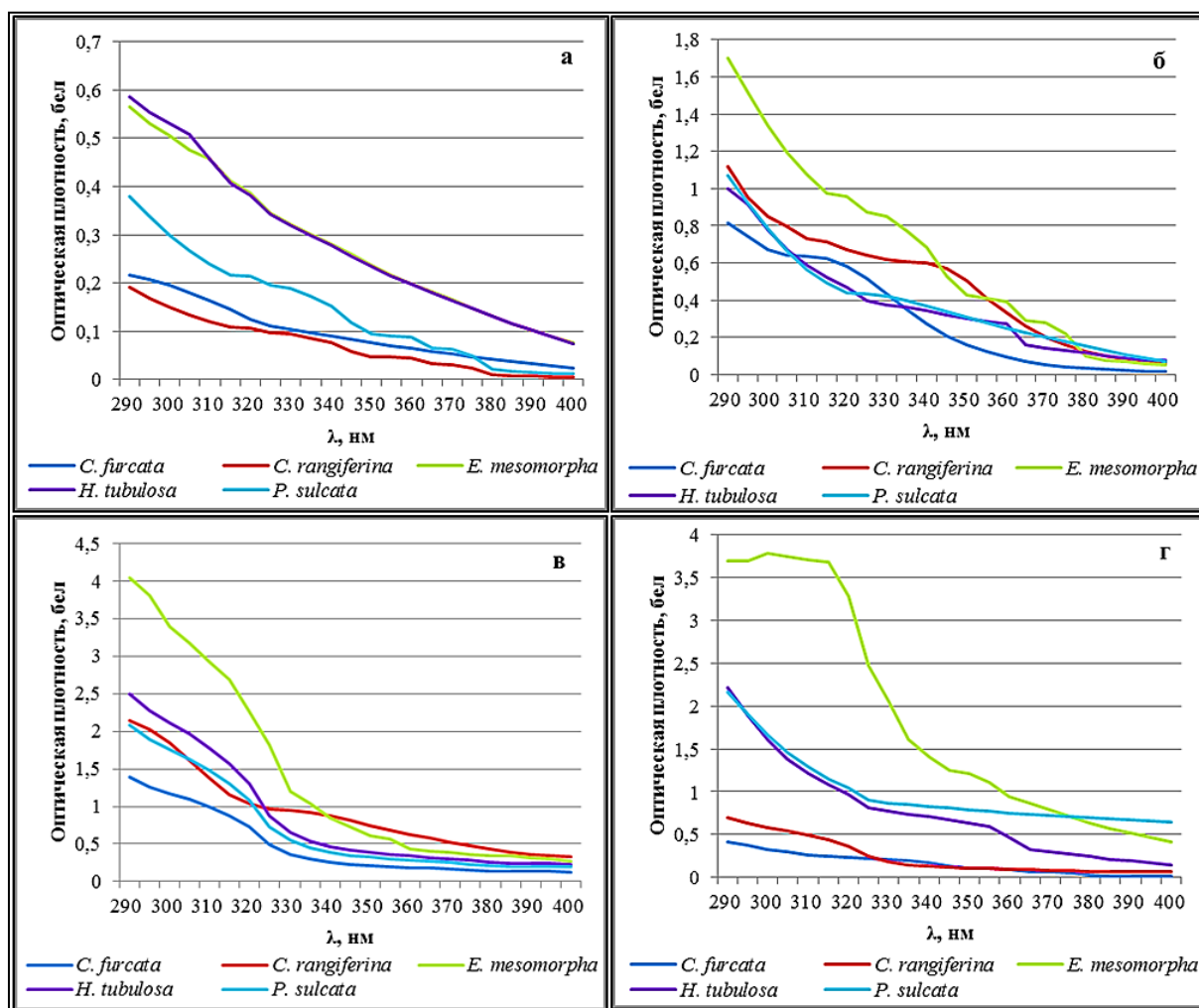


Рисунок 1 – Спектры поглощения спиртовых растворов экстрактов лишайников: а – водных, б – гексановых, в – метанольных, г – бензольных

Impact Factor:

ISRA (India) = 6.317
 ISI (Dubai, UAE) = 1.582
 GIF (Australia) = 0.564
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
 ПИНЦ (Russia) = 3.939
 ESJ (KZ) = 9.035
 SJIF (Morocco) = 7.184

ICV (Poland) = 6.630
 PIF (India) = 1.940
 IBI (India) = 4.260
 OAJI (USA) = 0.350

$I(\lambda)$ – спектр солнечной интенсивности;
 $Abs(\lambda)$ – оптическая плотность образца. Величина $EE(\lambda) \times I(\lambda)$ является константой [7, 8].

Эффективность солнцезащитных средств характеризуется величиной SPF: уровень фотозащиты считается низким при SPF = 2 – 6; средним – при SPF = 8 – 12; высоким – при SPF =

15 – 25; очень высоким – при SPF = 30 – 50; сверхвысоким – при SPF > 50 [9].

Среди водных экстрактов *C. furcata* и *C. rangiferina* фотозащитными свойствами не обладали; остальные (*E. mesomorpha*, *H. tubulosa* и *P. sulcata*) характеризовались низким уровнем фотозащиты – рисунок 2.

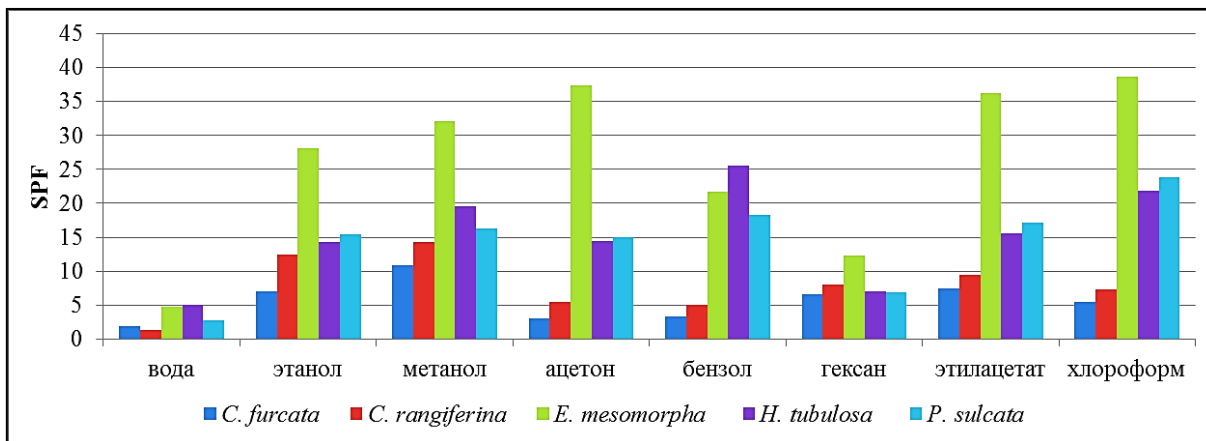


Рисунок 2 – SPF спиртовых растворов экстрактов лишайников

Низкий уровень фотозащиты имели также этанольный, гексановый, бензольный, ацетоновый, этилацетатный и хлороформный экстракты *C. furcata*, бензольный, ацетоновый и хлороформный экстракты *C. rangiferina*, гексановые экстракты *H. tubulosa* и *P. sulcata*.

Средним уровнем защиты от УФ-Б характеризовались метанольный экстракт *C. furcata*, этанольный, гексановый и этилацетатный экстракты *C. rangiferina*, гексановые экстракты *E. mesomorpha*, этанольный и бензольный экстракты *H. tubulosa* и бензольный *P. sulcata*.

Высокий уровень фотозащиты был присущ метанольному экстракту *C. rangiferina*, этанольному и ацетоновому экстрактам *E. mesomorpha*, метанольному, ацетоновому, этилацетатному и хлороформному экстрактам *H. tubulosa*, этанольному, метанольному, ацетоновому, этилацетатному и хлороформному экстрактам *P. sulcata*.

Очень высоким уровнем фотозащиты характеризовались метанольный, бензольный, этилацетатный и хлороформный экстракты *E. mesomorpha*.

Экстракты со сверхвысокими фотозащитными свойствами не выявлены.

Одним из критериев эффективности солнцезащитного средства является величина критической длины волны – значения, при котором площадь фигуры под кривой спектра поглощения в диапазоне $\lambda = 290\div 400$ нм достигает 90 % от максимального значения.

Критическую длину волны определяют по формуле [8, 9]:

$$\int_{290 \text{ нм}}^{\lambda_{\text{крит}}} Abs(\lambda) d\lambda = 0,9 \times \int_{290 \text{ нм}}^{400 \text{ нм}} Abs(\lambda) d\lambda;$$

где $Abs(\lambda)$ – оптическая плотность образца.

Для классификации $\lambda_{\text{крит}}$ предложена пятибалльная шкала эффективности: 0 ($\lambda_{\text{крит}} < 325$); 1 ($325 < \lambda_{\text{крит}} < 335$); 2 ($335 < \lambda_{\text{крит}} < 350$); 3 ($350 < \lambda_{\text{крит}} < 370$) и 4 ($370 < \lambda_{\text{крит}}$). Только средства с длиной $\lambda_{\text{крит}}$ более 370 нм и величиной SPF, превышающей 15,0 признаются солнцезащитными [8].

В таблице 2 приведены результаты определения $\lambda_{\text{крит}}$ анализируемых экстрактов из лишайников

Таблица 2. Величины критической длины волны ($\lambda_{\text{крит}}$) спиртовых растворов экстрактов лишайников

В нанометрах / баллах классификации фотозащитности

Экстрагент	<i>C. furcata</i>	<i>C. rangiferina</i>	<i>E. mesomorpha</i>	<i>H. tubulosa</i>	<i>P. sulcata</i>
Вода	367 / 3	358 / 3	371 / 4	373 / 4	358 / 3
Этанол	338 / 2	357 / 3	352 / 3	382 / 4	368 / 3
Метанол	362 / 3	373 / 4	354 / 3	363 / 3	360 / 3

Impact Factor:	ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 1.582	РИИЦ (Russia) = 3.939	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

Ацетон	361 / 3	381 / 4	362 / 3	378 / 4	371 / 4
Бензол	358 / 3	364 / 3	364 / 3	362 / 3	372 / 4
Гексан	346 / 2	360 / 3	362 / 3	361 / 3	368 / 3
Этилацетат	353 / 3	356 / 3	363 / 3	353 / 3	367 / 3
Хлороформ	355 / 3	363 / 3	342 / 3	362 / 3	345 / 3

Сами по себе значения $\lambda_{\text{крит}}$ характеризуют сбалансированность фотозащитных свойств анализируемой субстанции в областях УФ-Б и УФ-А. Если для анализируемой субстанции $\text{SPF} > 15,0$ и $\lambda_{\text{крит}} > 370$ нм, ее признают фотозащитной. Из полученных результатов следует, что изучаемые экстракты лишайников фотозащитными не являются.

Показатель УФ-А/УФ-Б является мерой широты защитных свойств анализируемых субстанций и представляет собой отношение площадей криволинейных фигур под кривыми спектров поглощения в областях УФ-А (321÷400 нм) и УФ-Б (290÷320 нм). Соотношение УФ-А/УФ-Б определяют по формуле [7, 8]:

$$\text{УФ-А/УФ-Б} = \frac{\int_{320 \text{ нм}}^{400 \text{ нм}} \text{Abs}(\lambda) d\lambda}{\int_{290 \text{ нм}}^{320 \text{ нм}} \text{Abs}(\lambda) d\lambda}$$

По величине УФ-А/УФ-Б солнцезащитные средства делятся на слабые (0÷0,2); средние (0,2÷0,4); хорошие (0,4÷0,6); превосходные (0,6÷0,8) и максимальные ($\geq 0,8$) [8, 9].

Среди анализируемых экстрактов лишайников субстанций со слабыми защитными свойствами не обнаружено – таблица 3.

Таблица 3. Величины УФ-А/УФ-Б спиртовых растворов экстрактов из лишайников

Экстрагент	<i>C. furcata</i>	<i>C. rangiferina</i>	<i>E. mesomorpha</i>	<i>H. tubulosa</i>	<i>P. sulcata</i>
Вода	0,81	0,71	0,97	0,93	0,72
Этанол	0,69	0,71	0,46	1,09	0,65
Метанол	0,47	0,88	0,49	0,45	0,46
Ацетон	0,58	1,09	0,58	1,11	1,19
Бензол	0,72	0,47	0,71	0,70	1,10
Гексан	0,57	0,94	0,72	0,73	0,78
Этилацетат	0,69	0,61	0,46	0,63	0,75
Хлороформ	0,44	0,71	0,50	0,47	0,57

Максимальными фотозащитными свойствами обладают: водные экстракты *C. furcata*, *E. mesomorpha* и *H. tubulosa*; этанольные *H. tubulosa*; метанольные *C. rangiferina*; ацетоновые *C. rangiferina*, *H. tubulosa* и *P. sulcata*; бензольные *P. sulcata*; гексановые *C. rangiferina*.

Заключение

Скрининг фотозащитных свойств водного, этанольного, метанольного, ацетонового, бензольного, гексанового, этилацетатного и хлороформного экстрактов из лишайников *Cladonia furcata*, *C. rangiferina*, *Evernia mesomorpha*, *Hypogymnia tubulosa* и *Parmelia*

sulcata показал, что фотозащитными они не являются. Спиртовые растворы водных и гексановых экстрактов лишайников слабо поглощают ультрафиолет в диапазоне 290÷400 нм. Этанольные, метанольные, ацетоновые, бензольные, этилацетатные и хлороформные экстракты хорошо поглощают УФ-Б и слабо – УФ-А. Наиболее перспективными, могущими быть добавками к фотозащитным средствам являются этанольный, метанольный, ацетоновый, бензольный, этилацетатный и хлороформный экстракты *Evernia mesomorpha*, *Hypogymnia tubulosa* и *Parmelia sulcata*.

Impact Factor:	ISRA (India) = 6.317	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 1.582	ПИИИ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 9.035	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 7.184	OAJI (USA) = 0.350

References:

- Patel, I., & Mashru, R. (2020). Development of herbal SPF formulation. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, Vol. 9(1)*, pp. 40–44.
- Baker, L.A., Marchetti, B., Karsili, T.N. V., Stavros, V.G., & Ashfold, M.N. R. (2018). Photoprotection: Extending lessons learned from studying natural sunscreens to the design of artificial sunscreen constituents. *Chemical Society Reviews, Vol. 46*, pp. 3770–3791.
- Radice, M., Manfredini, S., Ziosi, P., Dissette, V., Buso, P., Fallacara, A., & Vertuani, S. (2016). Herbal extracts, lichens and biomolecules as natural photo-protection alternatives to synthetic UV filters. A systematic review. *Fitoterapia, Vol. 144*, pp. 144–162.
- Derikvand, P., Llewellyn, C.A., & Purton, S. (2017). Cyanobacterial metabolites as a source of sunscreens and moisturizers: a comparison with current synthetic compounds. *European Journal of Phycology, Vol. 52(1)*, pp. 43–56.
- Varol, M. (2018). Photoprotective Properties of Natural Pulvinic Acid Derivatives toward Ultraviolet-Induced Damages. *International Journal of Secondary Metabolite, Vol. 5 (4)*, pp. 319–330.
- Khramchankova, V.M. (2018). Fotozashchitnye svoystva ekstraktov iz pyati vidov lishajnikov. *Izvestiya Gomel'skogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skoriny, Iss. 6(111)*, pp. 40–47.
- Mansur, J.S., Breder, M.V.R., Mansur, M.C.A., & Azulay, R.D. (1986). Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *Anais Brasileiros de Dermatologia, Vol. 61*, pp.121–124.
- Dutra, E.A., Oliveira, D.A.G.C., Kedor-Hackman, E.R., & Santoro, M.I.R.M. (2004). Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, Vol. 40, Iss. 3*, pp. 381–385.
- Sayre, R.M., Stanfield, J., Bush, A.J., & Lott, D.L. (2008). Sunscreen standards tested with differently filtered solar simulators. *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine, Vol. 17, Iss. 6*, pp. 278–283.