

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
ПИИИ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

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: 2020 Issue: 06 Volume: 86

Published: 18.06.2020 <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

IN VITRO STUDY OF THE PHOTOPROTECTIVE PROPERTIES OF COMPOSITIONS CONTAINING LICHEN EXTRACTS AND CASTOR OIL

Abstract: The paper presents the results of an *in vitro* assessment of the photoprotective properties of compositions containing extracts of lichens *Hypogymnia physodes*, *Evernia prunastri*, *Ramalina pollinaria* and *Cladonia arbuscula*, 95% ethanol and castor oil in an amount of 15% of the volume. An increase in SPF, a decrease in λ_{crit} and UV-A / UV-B due to the introduction of 15% castor oil are shown.

Key words: Lichen extracts, castor oil; compositions, sun protection factor (SPF); critical wavelength (λ_{crit}); alcohol solutions of extracts; absorption spectra; UV-A / UV-B ratio.

Language: Russian

Citation: Khranchankova, V. M. (2020). *In vitro* study of the photoprotective properties of compositions containing lichen extracts and castor oil. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 06 (86), 71-77.

Soi: <http://s-o-i.org/1.1/TAS-06-86-13> **Doi:**  <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2020.06.86.13>

Scopus ASCC: 1101.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ IN VITRO ФОТОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ, СОДЕРЖАЩИХ ЭКСТРАКТЫ ЛИШАЙНИКОВ И КАСТОРОВОЕ МАСЛО

Аннотация: В работе изложены результаты *in vitro* оценки фотозащитных свойства композиций, содержащих экстракты лишайников *Hypogymnia physodes*, *Evernia prunastri*, *Ramalina pollinaria* и *Cladonia arbuscula*, 95 % этанол и касторовое масло в количестве 15 % объема. Показано увеличение SPF, снижение λ_{crit} и УФ-А/УФ-Б за счет введения 15 % касторового масла.

Ключевые слова: Экстракты лишайников, касторовое масло; композиции, солнцезащитный фактор (SPF); критическая длина волны (λ_{crit}); спиртовые растворы экстрактов; спектры поглощения; отношение УФ-А/УФ-Б.

Введение

Использование растительных экстрактов для защиты от солнца является современной тенденцией косметической промышленности. В последние годы возросло количество косметической продукции с использованием растительных экстрактов, что связано с растущим спросом потребителей на «зеленые» и «натуральные» ингредиенты в готовом продукте. Соответственно, появились исследования, демонстрирующие фотозащитную активность экстрактов и физиологически активных веществ [1–3]. Довольно интересным объектом

исследования являются экстракты лишайников, содержащие биологически активные вторичные метаболиты. Для некоторых вторичных метаболитов лишайников (атранорин, усниновая, вульпининовая и другие кислоты) показана способность поглощения ультрафиолетового излучения [4, 5].

В фотозащитные средства обязательно вводят различные растительные масла. Касторовое масло растворимо в 95 % этиловом спирте, не высыхает, не образует пленок, устойчиво к окислению. Все эти свойства послужили причиной введения касторового масла

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

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

в композиции, содержащие экстракты лишайников.

При *in vitro* исследованиях эффективности фотозащитных средств определяют: величины фактора солнечной защиты (SPF); критической длины волны ($\lambda_{\text{крит}}$); отношения УФ-А/УФ-Б и др. [6, 7]. SPF является отношением равноэффектных минимальных эритемных доз ультрафиолета на защищенную и не защищенную кожу. Для определения величин $\lambda_{\text{крит}}$ и отношения УФ-А/УФ-Б используют кривые поглощения ультрафиолета в диапазоне 290÷400 нм. Под $\lambda_{\text{крит}}$ понимают длину волны, при которой площадь под кривой спектра поглощения в диапазоне $\lambda = 290\div 400$ нм достигает 90 % от максимального значения. Показатель УФ-А/УФ-Б является мерой широты защитных свойств анализируемых субстанций. Его рассчитывают как отношения площадей под кривой спектра поглощения в диапазонах УФ-А и УФ-Б нм [8–10].

УФ-А ($\lambda = (315)320 - 400$ нм) называют длинноволновое, хорошо проникающее в кожу, ультрафиолетовое излучение. Такое излучение является преобладающей частью солнечной радиации, оно слабо поглощается в атмосфере, достигает поверхности земли. УФ-Б ($\lambda = 280(290) - 320$ нм) называют средневолновое ультрафиолетовое излучение. Значительная часть этого излучения (до 90 %) поглощается озоном стратосферы.

Чем выше SPF, тем эффективнее фотозащитное средство. Уровень фотозащиты анализируемой субстанции считается низким при SPF от 2 до 6; средним – при SPF от 8 до 12; высоким – при SPF от 15 до 25; очень высоким – при SPF от 30 до 50; сверхвысоким – при SPF > 50. Для категоризации величин критической длины волны 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 ($370 < \lambda_{\text{крит}}$). Субстанции с критической длиной волны $\lambda_{\text{крит}} > 370$ нм и SPF > 15 признаются солнцезащитными. По показателю величины отношения 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 (свыше 0,8) [8, 9].

Нами показаны фотозащитные свойства экстрактов лишайников, оценена цитотоксичность некоторых из них в отношении культур кератиноцитов человека (HaCAT) [11–13].

Целью настоящего исследования является оценка фотозащитных свойств композиций, содержащих экстракты лишайников и касторовое масло.

Методы исследований

Для исследования выбрали виды лишайников, широко распространенных в лесах

Беларуси: гипогимния вздутая – *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. (Syn. *Parmelia physodes* (L.) Ach.), эверния сливовая – *Evernia prunastri* (L.) Ach. рамалина пыльцеватая – *Ramalina pollinaria* (Westr.) Ach. и кладония лесная – *Cladonia arbuscula* (Wallr.) Flot. (Syn. *Cladonia sylvatica* (L.) Hoffm.). Биомассу лишайников отбирали на территории Государственного лесохозяйственного учреждения «Гомельский лесхоз» на типичных для каждого вида субстратах; высушивали до воздушно-сухого состояния, очищали от детрита, измельчали.

Экстракцию лишайников проводили этанолом, метанолом, ацетоном, бензолом, этилацетатом и хлороформом в аппарате Сокслета, полноту экстракции контролировали стандартным способом. После завершения экстрагирования растворитель отгоняли на ротационном испарителе, экстракты высушивали при комнатной температуре до порошкообразного состояния. Выход экстрактов составлял 1,5 ÷ 16,4 % воздушно-сухой массы лишайника, и зависел от вида лишайника и природы растворителя. Выбор растворителей для получения экстрактов лишайников был основан на работах [14–20].

Навески сухих экстрактов лишайников, соответствующие нетоксичным для культур кератиноцитов человека (HaCAT) концентрациям [12, 13], растворяли в 95 % этаноле, содержащем 15 % касторового масла. Одновременно готовили растворы экстрактов лишайников в этаноле, не содержащем касторового масла. Полученные растворы подвергали спектрофотометрии. Средством измерения служил УФ-спектрофотометр Solar PB 2201, измерительные кюветы – кварцевые. Величину SPF рассчитывали по формуле Мансура [10]:

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

где: CF – поправочный коэффициент (равен 10); $EE(\lambda)$ – спектр эритемного эффекта; $I(\lambda)$ – спектр солнечной интенсивности; $Abs(\lambda)$ – оптическая плотность образца. Произведение $EE(\lambda) \times I(\lambda)$ является константой [8, 10].

Одновременно для каждого образца снимали спектр поглощения в диапазоне $\lambda = 290\div 400$ нм.

Критическую длину волны определяли 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.

Площадь под кривой спектра поглощения в диапазоне $\lambda = 290\div 400$ нм принимали за 100 %; $\lambda_{\text{крит}}$ рассчитывали как длину волны, при которой данная площадь достигает 90 %.

Соотношение УФ-А/УФ-Б рассчитывали по [8, 9]:

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

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
ISI (Dubai, UAE) = 0.829
GIF (Australia) = 0.564
JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
РИИЦ (Russia) = 0.126
ESJI (KZ) = 8.997
SJIF (Morocco) = 5.667

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

Анализ результатов исследования производили с помощью программного продукта MicrosoftExcel.

Результаты и их обсуждение

Композиции с нетоксичными концентрациями экстрактов лишайников и 15 % содержанием касторового масла в хорошо поглощали ультрафиолет в диапазоне 290 – 320 нм (УФ-Б) и гораздо слабее в диапазоне 320 – 400 нм (УФ-А) – рисунок.

Вид спектров поглощения ультрафиолета соответствует величинам вводимых нетоксичных для клеток кожи человека концентраций экстрактов лишайников. Композиции с участием метанольных экстрактов лишайников гипогимнии вздутой и рамалины пыльцеватой; бензольных экстрактов лишайников эвернии сливовой и кладонии лесной в наибольшей степени поглощали ультрафиолетовую излучение. Все остальные экстракты, введенные в композиции в нетоксичных количества, проявляли практически одинаковые оптические свойства.

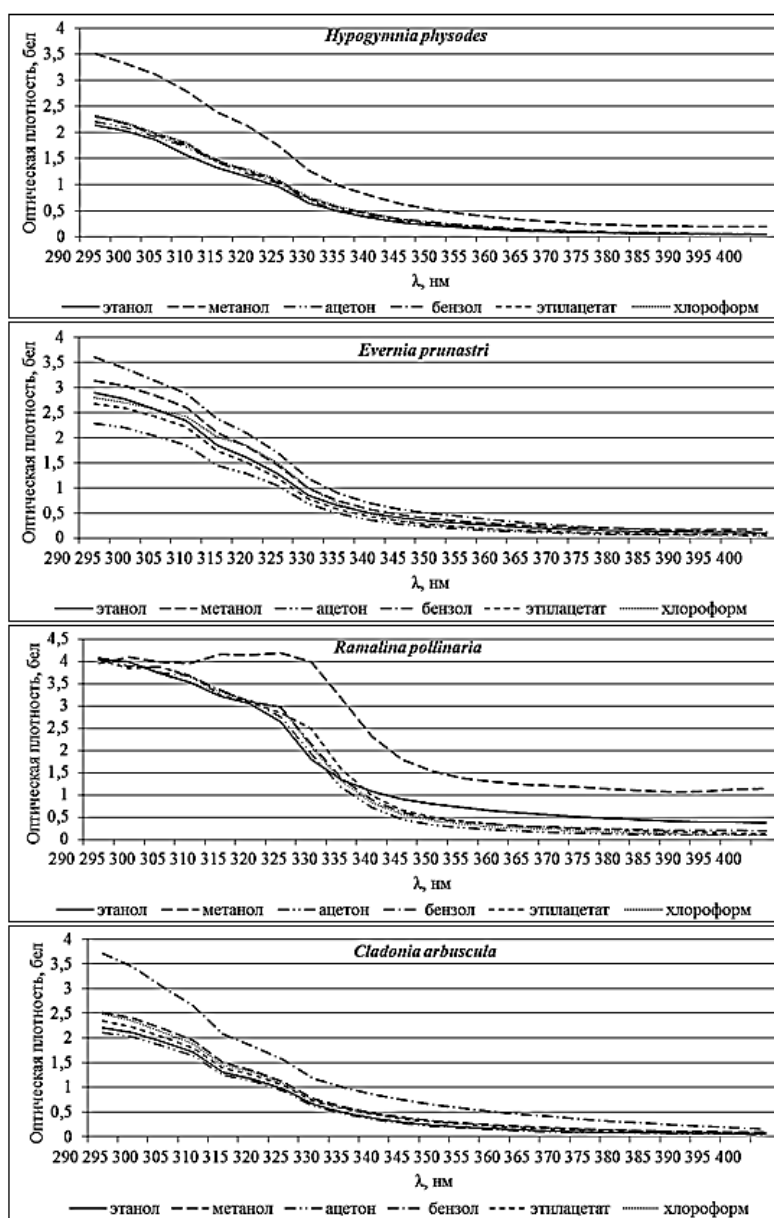


Рис.1. Спектры поглощения композиций из экстрактов лишайников и 15 % раствора касторового масла.

На рисунке использованы следующие обозначения:

- этанол – в составе композиции входили: 95 %-ный этанол, этанольный экстракт

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971
 ISI (Dubai, UAE) = 0.829
 GIF (Australia) = 0.564
 JIF = 1.500

SIS (USA) = 0.912
 ПИНЦ (Russia) = 0.126
 ESJI (KZ) = 8.997
 SJIF (Morocco) = 5.667

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

соответствующего вида лишайника и касторовое масло;

- метанол – в составе композиции входили: 95 %-ный этанол, метанольный экстракт соответствующего вида лишайника и касторовое масло;

- ацетон – в составе композиции входили: 95 %-ный этанол, ацетоновый экстракт соответствующего вида лишайника и касторовое масло;

- бензол – в составе композиции входили: 95 %-ный этанол, бензольный экстракт соответствующего вида лишайника и касторовое масло;

- этилацетат – в составе композиции входили: 95 %-ный этанол, этилацетатный экстракт соответствующего вида лишайника и касторовое масло;

- хлороформ – в составе композиции входили: 95 %-ный этанол, хлороформный экстракт соответствующего вида лишайника и касторовое масло.

Результаты оценки основных параметров фотозащитности созданных композиций из спиртовых растворов экстрактов лишайников и 15 % касторового масла в сравнении с аналогичными растворами, не содержащими касторового масла, приведены в таблице.

Табл.1. Фотозащитные свойства композиций экстрактов лишайников и касторового масла.

Вид лишайника	Вид экстракта	SPF	$\lambda_{\text{крит}}$	УФ-А/УФ-Б
<i>H.physodes</i>	этанольный	$16,1 \pm 2,12$	$340 \pm 5,4$	$0,34 \pm 0,061$
		$2,1 \pm 0,31$	$354 \pm 3,8$	$0,69 \pm 0,029$
	метанольный	$27,9 \pm 3,41$	$352 \pm 6,2$	$0,45 \pm 0,078$
		$18,4 \pm 1,05$	$362 \pm 5,4$	$0,72 \pm 0,026$
	ацетоновый	$17,1 \pm 2,93$	$341 \pm 4,6$	$0,34 \pm 0,065$
		$2,9 \pm 0,25$	$349 \pm 2,8$	$0,61 \pm 0,035$
	бензольный	$17,5 \pm 3,62$	$344 \pm 5,9$	$0,38 \pm 0,088$
		$3,6 \pm 0,43$	$359 \pm 4,7$	$0,84 \pm 0,039$
	этилацетатный	$17,6 \pm 4,23$	$342 \pm 5,1$	$0,36 \pm 0,064$
		$4,2 \pm 0,19$	$351 \pm 3,9$	$0,59 \pm 0,027$
	хлороформный	$17,7 \pm 4,52$	$343 \pm 4,7$	$0,37 \pm 0,068$
		$4,5 \pm 0,22$	$347 \pm 4,1$	$0,62 \pm 0,053$
<i>E.prunastri</i>	этанольный	$22,7 \pm 5,41$	$347 \pm 6,0$	$0,37 \pm 0,051$
		$10,4 \pm 1,12$	$360 \pm 4,7$	$0,49 \pm 0,039$
	метанольный	$25,3 \pm 4,83$	$350 \pm 6,6$	$0,39 \pm 0,052$
		$19,8 \pm 2,42$	$366 \pm 5,4$	$0,52 \pm 0,034$
	ацетоновый	$18,1 \pm 2,14$	$339 \pm 3,8$	$0,32 \pm 0,022$
		$5,1 \pm 0,18$	$338 \pm 3,5$	$0,31 \pm 0,018$
	бензольный	$28,2 \pm 5,4$	$348 \pm 5,7$	$0,41 \pm 0,052$
		$25,4 \pm 3,48$	$357 \pm 4,6$	$0,49 \pm 0,025$
	этилацетатный	$21,4 \pm 1,93$	$340 \pm 4,5$	$0,32 \pm 0,033$
		$11,9 \pm 1,23$	$345 \pm 4,9$	$0,34 \pm 0,021$
	хлороформный	$23,5 \pm 6,11$	$337 \pm 3,4$	$0,32 \pm 0,037$
		$16,1 \pm 1,95$	$334 \pm 3,8$	$0,32 \pm 0,015$
<i>R.pollinaria</i>	этанольный	$35,2 \pm 7,32$	$362 \pm 6,1$	$0,56 \pm 0,049$
		$33,7 \pm 4,36$	$361 \pm 5,4$	$0,51 \pm 0,028$
	метанольный	$40,4 \pm 3,12$	$377 \pm 3,7$	$1,08 \pm 0,116$
		$38,3 \pm 4,38$	$377 \pm 4,3$	$1,05 \pm 0,109$
	ацетоновый	$36,3 \pm 5,51$	$334 \pm 3,2$	$0,34 \pm 0,028$
		$36,8 \pm 3,74$	$332 \pm 2,9$	$0,27 \pm 0,015$
	бензольный	$36,1 \pm 7,22$	$344 \pm 4,8$	$0,44 \pm 0,032$
		$34,1 \pm 4,42$	$348 \pm 4,2$	$0,35 \pm 0,017$
	этилацетатный	$36,2 \pm 8,01$	$342 \pm 4,4$	$0,46 \pm 0,071$
		$35,4 \pm 3,65$	$344 \pm 3,9$	$0,54 \pm 0,029$
	хлороформный	$35,5 \pm 6,42$	$338 \pm 3,9$	$0,39 \pm 0,069$
		$34,3 \pm 3,49$	$339 \pm 4,2$	$0,45 \pm 0,021$

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	ПИИЦ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

<i>C.arbuscula</i>	этанольный	$16,8 \pm 2,73$	$342 \pm 6,6$	$0,35 \pm 0,043$
		$2,7 \pm 0,29$	$366 \pm 5,1$	$0,72 \pm 0,054$
	метанольный	$19,1 \pm 2,44$	$349 \pm 7,0$	$0,41 \pm 0,031$
		$7,4 \pm 0,86$	$350 \pm 4,6$	$0,76 \pm 0,039$
	ацетоновый	$16,1 \pm 1,36$	$340 \pm 6,2$	$0,33 \pm 0,025$
		$1,3 \pm 0,11$	$342 \pm 5,5$	$0,65 \pm 0,033$
	бензольный	$26,4 \pm 2,24$	$359 \pm 6,9$	$0,53 \pm 0,042$
		$22,2 \pm 2,63$	$359 \pm 6,1$	$0,82 \pm 0,056$
	этилацетатный	$17,7 \pm 1,59$	$348 \pm 7,1$	$0,39 \pm 0,019$
		$4,5 \pm 1,18$	$349 \pm 6,7$	$0,89 \pm 0,068$
	хлороформный	$18,5 \pm 3,26$	$348 \pm 4,2$	$0,41 \pm 0,026$
		$6,2 \pm 1,92$	$351 \pm 3,5$	$0,75 \pm 0,059$
В числителе – показатели фотозащиты, присущие композициям из экстрактов лишайников и 15 % касторового масла; в знаменателе – показатели фотозащиты, присущие растворам экстрактов лишайников без касторового масла.				

Величины SPF созданных композиций соответствуют уровням высокой и очень высокой фотозащиты. Таких показателей удалось добиться путем введения 15 % касторового масла в их состав – величины SPF возросли в 3,6 – 12,4 раза растворов экстрактов лишайников с низким уровнем фотозащиты.

Величины критической длины волны созданных композиций соответствуют оценке «2» по шкале эффективности. Композиция с ацетоновым экстрактом лишайника рамалины пыльцеватой соответствует эффективности «1»; композиции с метанольным экстрактом лишайника гипогимнии вздутой, этанольным экстрактом лишайника рамалины пыльцеватой и бензольным экстрактом лишайника кладонии лесной – оценке «3». Композиция с метанольным экстрактом лишайника рамалины пыльцеватой может быть признана фотозащитной ($SPF = 40,4 \pm 3,1$; $\lambda_{крит} = 377 \pm 3,7$). Следует отметить, что введение в растворы экстрактов лишайников 15 % касторового масла понижает величину показателя $\lambda_{крит}$. Данный показатель уменьшался на 5 – 15 нм для растворов экстрактов лишайников гипогимнии вздутой и эвернии сливовой; на 10 – 24 нм для растворов экстрактов лишайника кладонии лесной.

Широта защитных свойств (УФ-А/УФ-Б) созданных композиций соответствует критериям «средние» и «хорошие», тогда как композиция с метанольным экстрактом лишайника рамалины пыльцеватой соответствует критерию «максимальные». Введение 15 % касторового масла в их состав способствовало снижению данного показателя – в большинстве композиций

широта защитных свойств из категорий «максимальные», и «превосходные» перешла в «хорошие» и «средние».

Композиции из нетоксичных количеств экстрактов лишайника рамалины пыльцеватой и 15 % касторового масла по своим фотозащитным свойствам практически не отличались от растворов тех же количеств экстрактов в этаноле без участия касторового масла. Другими словами, введение 15 % касторового масла в композиции с нетоксичными для кератиноцитов количествами экстрактов лишайника рамалины пыльцеватой не изменяло их фотозащитных свойств.

Заключение

Оценивали фотозащитные свойства композиций, содержащих экстракты лишайников *Hypogymnia physodes*, *Evernia prunastri*, *Ramalina pollinaria* и *Cladonia arbuscula*, 95 % этанол и касторовое масло в количестве 15 % объема. Показано, что композиции хорошо поглощали ультрафиолетовое излучение при $\lambda = 290 - 320$ нм, слабо при $\lambda = 320 - 400$ нм. Композиции с участием метанольных экстрактов лишайников гипогимнии вздутой и рамалины пыльцеватой; бензольных экстрактов лишайников эвернии сливовой и кладонии лесной в наибольшей степени поглощали ультрафиолетовую излучение. Введения 15 % касторового масла в состав композиций в 3,6 – 12,4 раза повышало величину SPF; на 5 – 24 нм понижало величину $\lambda_{крит}$, способствовало уменьшению широты защитных свойств.

Impact Factor:

ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIIHQ (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

References:

1. Baker, L.A. (2018). Photoprotection: Extending lessons learned from studying natural sunscreens to the design of artificial sunscreen constituents / L.A. Baker, B. Marchetti, T.N. V. Karsili, V.G. Stavros, M.N. R. Ashfold // *Chemical Society Reviews*, Vol. 46, pp. 3770–3791.
2. Radice, M. (2016). Herbal extracts, lichens and biomolecules as natural photo-protection alternatives to synthetic UV filters. A systematic review / M. Radice, S. Manfredini, P. Ziosi, V. Dissette, P. Buso, A. Fallacara, S. Vertuani // *Fitoterapia*, Vol. 144, pp. 144–162.
3. Cefali, L.C. Plant compounds as active photo protectants in sunscreens / L.C. Cefali, J.A. Ataide, P. Moriel, M.A. Foglio, P.G. Mazzola // *International Journal of Cosmetic Science*, Vol. 38, pp. P. 346–353.
4. Molnár, K. (2010). Current results on biological activities of lichen secondary metabolites: a review / K. Molnár, E. Farkas // *Zeitschrift fur Naturforschung C*, Vol. 65, Iss. 3-4, pp.157–173.
5. Shukla, V. (2010). Lichens as a potential natural source of bioactive compounds: a review / V. Shukla, G.P. Joshi, M.S.M. Rawat // *Phytochemistry Reviews*, Vol 9, Iss. 2, pp. 303–314.
6. Schalka, S. (2011). Sun protection factor: meaning and controversies / S. Schalka, V.M. Reis // *Anais Brasileiros de Dermatologia*, Vol. 86, Iss. 3, pp. 507–515.
7. Donglikar, M.M. (2016). Sunscreens: A review / M.M. Donglikar, S.L. Deore // *Pharmacognosy Journal*, Vol. 6, Iss. 3, pp. P. 171–179.
8. Dutra, E.A. (2004). Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry / E.A. Dutra, D.A.G.C. Oliveira, E.R. Kedor-Hackman, M.I.R.M. Santoro // *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, Vol. 40, Iss. 3, pp. 381–385.
9. Sayre, R.M. (2008). Sunscreen standards tested with differently filtered solar simulators / R.M. Sayre, J. Stanfield, A.J. Bush, D.L. Lott // *Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine*, Vol. 17, Iss. 6, pp. 278–283.
10. Mansur, J.S. (1986). Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria / J.S. Mansur, M.V.R. Breder, M.C.A. Mansur, R.D. Azulay // *Anais Brasileiros de Dermatologia*, Vol. 61, pp. P. 121–124.
11. Khranchankova, V.M. (2018). Fotozashchitnye svoystva ekstraktov iz pyati vidov lishajnikov / V.M. Khranchankova // *Izvestiya Gomel'skogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skoriny*, Iss. 6(111), pp. 40–47.
12. Khranchankova, V.M. (2018). Fotozashchitnaya aktivnost' ekstraktov iz pyati vidov lishajnikov v otnoshenii keratinocitov cheloveka (HaCAT) / V.M. Khranchankova, M.V. Matveyenkau // *Journal of the Belarusian State University. Ecology*, № 4, pp. C. 52– 62.
13. Khranchankova, V.M. (2018). Citotoksicheskaya aktivnost' acetonovykh ekstraktov iz lishajnikov v otnoshenii linii keratinocitov cheloveka HaCAT / V.M. Khranchankova, M.V. Matveyenkau // *Izvestiya Gomel'skogo gosudarstvennogo universiteta imeni F. Skoriny*, Iss. 3(108), pp. 81–86.
14. Stojanović, I. (2013). Antimicrobial activity of methanol extracts of four Parmeliaceae lichen species / I. Stojanović, N. Radulović, V. Cvetković, T. Mitrović, S. Stamenković // *Facta universitatis. Series: Physics, Chemistry and Technology*, Vol. 11, № 1, pp. 45–53.
15. Ranković, B. (2007). Antimicrobial activity of extracts of the lichens *Cladonia furcata*, *Parmelia caperata*, *Parmelia pertusa*, *Hypogymnia physodes* and *Umbilicaria polyphylla* / B. Ranković, M. Mišić, S. Sukdolak // *British journal of biomedical science*, Vol. 64, Iss. 4, pp. 143–148.
16. Fernández-Moriano, C. (2016). Evaluation of the Antioxidant Capacities and Cytotoxic Effects of Ten Parmeliaceae Lichen Species / C. Fernández-Moriano, E. González-Burgos, P.K. Divakar, A. Crespo, M. P. Gómez-Serranillos // *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Vol. 2016, pp. 1–11.
17. Açıkgöz, B. (2013). Screening of antimicrobial activity and cytotoxic effects of two *Cladonia* species / B. Açıkgöz, I. Karalti, M. Ersöz, Z.M. Coşkun, G. Cobanoğlu, C. Sesal // *Zeitschrift fur Naturforschung C*, Vol. 68, pp. 191–197.
18. Studzińska-Sroka, E. (2016). Cytotoxic activity of physodic acid and acetone extract from *Hypogymnia physodes* against breast cancer cell lines / E. Studzińska-Sroka, H. Piotrowska, M. Kucińska, M. Murias, W. Bylka // *Pharmaceutical Biology*, Vol. 54, Iss. 11, pp. 2480–2485.

Impact Factor:	ISRA (India) = 4.971	SIS (USA) = 0.912	ICV (Poland) = 6.630
	ISI (Dubai, UAE) = 0.829	PIHII (Russia) = 0.126	PIF (India) = 1.940
	GIF (Australia) = 0.564	ESJI (KZ) = 8.997	IBI (India) = 4.260
	JIF = 1.500	SJIF (Morocco) = 5.667	OAJI (USA) = 0.350

19. Çobanoğlu, G. (2016). Evaluation of antimicrobial activity of the lichens *Physcia aipolia*, *Xanthoria parietina*, *Usnea florida*, *Usnea subfloridana* and *Melanohalea exasperate* / G. Çobanoğlu, C. Sesal, B. Açıkgöz, I. Karaltı // *Modern Phytomorphology*, Vol.10. pp. 21–26.

20. Sesal, C. (2016). In vitro antimicrobial potentials of four *Ramalina* lichen species from Turkey / C. Sesal, G. Çobanoğlu, İ. Karaltı, B. Açıkgöz // *Current Research in Environmental and Applied Mycology*, Vol. 6, Iss. 3, pp. 202–209.