ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ ТРОКСЕРУТИНА, ФЕРУЛОВОЙ КИСЛОТЫ, ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ МЕЛИССЫ ЛЕКАРСТВЕННОЙ (MELISSA OFFICI-NALIS) И МЯТЫ ПЕРЕЧНОЙ (MENTHA PIPERITA) МЕТОДОМ УФ-СПЕКТРОСКОПИИ

Ларионов Е.А., кандидат химических наук,
Ларионова В.М., кандидат химических наук, доцент,
Козлова Е.М.,
Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского

Аннотация: *в качестве фотозащитных средств в косметической продукции используются как натуральные компоненты, так и созданные в лабораториях. В настоящей работе представлены результаты исследования фотозащитных свойств водных экстрактов мелиссы лекарственной (Melissa officinalis) и мяты перечной (Mentha piperita), водных растворов троксерутина и феруловой кислоты методом УФ-спектроскопии. Целью проведенной работы была оценка фотозащитных качеств указанных веществ, для чего использовались такие показатели, рассчитываемые из УФ спектров, как фактор солнечной защиты – $SPF_{in\ vitro}$, критическая длина волны – $\lambda_{крит}$ и отношение площадей под кривой спектра поглощения в диапазонах 320-400 нм и 290-320 нм – УФ-А/УФ-В. Проверялась также устойчивость исследуемых объектов к действию УФ излучения. В ходе проведенной работы было установлено, что водные экстракты мелиссы лекарственной и мяты перечной обладают определенными фотозащитными свойствами. При этом экстракт, полученный из мелиссы лекарственной и очищенный от балластных веществ, показал наибольшее значение $SPF_{in\ vitro}$. Однако, при длительном УФ-облучении, имитирующем солнечное, абсорбционные свойства растительных экстрактов уменьшаются. Троксерутин поглощает УФ-лучи преимущественно в диапазоне длин волн 320-400 нм, устойчив в водных растворах к УФ излучению, кислороду воздуха и может быть использован как УФ-Б фильтр в косметических композициях. Феруловая кислота поглощает УФ-излучение преимущественно в диапазоне длин волн 280-320 нм, но под влиянием ультрафиолета абсорбционные свойства раствора этого вещества значительно меняются. Изменение характера УФ-спектра феруловой кислоты наблюдается также под воздействием кислорода воздуха.*

Ключевые слова: *мелисса лекарственная, мята перечная, троксерутин, феруловая кислота, ультрафиолетовое излучение, фотопротекция, фотозащита, УФ фильтры*

INVESTIGATION OF PHOTOPROTECTIVE PROPERTIES OF TROXERUTIN, FERULIC ACID, AQUEOUS EXTRACTS OF LEMON BALM (MELISSA OFFICINALIS), AND PEPPERMINT (MENTHA PIPERITA) BY UV SPECTROSCOPY

Larionov E.A., Candidate of Chemical Sciences (Ph.D.),
Larionova V.M., Candidate of Chemical Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Kozlova E.M.,
Kaluga State University named after K.E. Tsiolkovski

Abstract: *both natural and ingredients created in laboratories are used as photoprotective agents in cosmetic products. This paper presents the results of a study of photoprotective properties of aqueous extracts of lemon balm (Melissa officinalis) and peppermint (Mentha piperita), aqueous solutions of troxerutin and ferulic acid by UV spectroscopy. The work objective was to evaluate photoprotective qualities of these substances, for which such indicators calculated from UV spectra as sun protection factor – $SPF_{in\ vitro}$, the critical wavelength – λ_{crit} and the ratio of the areas under the absorption spectrum curve in the ranges 320-400 nm and 290-320 nm – UV-A/UV-B. The stability of the studied objects to the action of UV radiation was also checked. During the work carried out, it was found that the aqueous extracts of lemon balm and peppermint have particular photoprotective properties. At the same time, the extract obtained from lemon balm and purified from ballast substances showed the highest value of $SPF_{in\ vitro}$. However, with prolonged UV irradiation simulating sunlight, the absorption properties of plant extracts decrease. Troxerutin absorbs UV rays mainly in the wavelength range of 320-400 nm, is resistant in aqueous solutions to UV radiation, air oxygen, and can be used as a UV-B filter in cosmetic compositions. Ferulic acid absorbs UV radiation mainly in the wavelength range of 280-320 nm, but under the influence of ultraviolet, the absorption properties of this substance change significantly. A change in the nature of the UV spectrum of ferulic acid is also observed under the influence of air oxygen.*

Keywords: *lemon balm, peppermint, troxerutin, ferulic acid, ultraviolet radiation, photoprotection, UV filters*

Введение

Без солнечного излучения существование живого на Земле в том виде, в котором оно существует сейчас, было бы невозможно. Характер воздействия солнечной радиации на живые организмы зависит от времени суток и времени года, погодных условий, интенсивности излучения и его спектрального состава, а также многих других факторов. Человек не является исключением, так как солнечный свет оказывает всестороннее влияние на его здоровье.

Известно, что ультрафиолетовая часть солнечного спектра является фактором, вызывающим преждевременное старение кожи, фотодерматозы. Избыточное облучение ультрафиолетом инициирует возникновение злокачественных новообразований (прежде всего меланом; плоскоклеточных, базально-клеточных и метатипических карцином).

По заболеваемости рак кожи является одним из лидеров среди других онкологических заболеваний [7]. Однако будет несправедливо говорить только в вредном воздействии УФ-излучения. Нужно отметить, что в определенных дозах УФ-лучи благотворно влияют на организм: ускоряют обмен веществ, положительно влияют на работу некоторых желез внутренней секреции, способствуют синтезу витамина D и т.д. Кроме того, УФ-облучение используется для лечения некоторых заболеваний, например псориаза [6].

УФ-С излучение с длиной волны от 200 до 280 нм практически не достигает поверхности Земли из-за того, что задерживаеся атмосферой [9]. УФ-В излучение с длиной волны от 280 до 320 нм и УФ-А излучение с длиной волны от 320 до 400 нм достигают поверхности Земли и оказывают непосредственное воздействие на человека [2].

Одним из способов защиты открытых участков кожи является использование косметических средств, содержащих химические вещества, выполняющие фотозащитные функции. По механизму защиты такие вещества условно делят на “физические” и “химические”. “Физические” вещества, это, как правило, минеральные вещества, выступающие в роли экрана и отражающие излучение, например TiO_2 и ZnO. Механизм защиты “химических” средств основан на поглощении УФ-излучения. Одним из наиболее известных и используемых химических УФ-фильтров является бензофенон-3 [3].

Особенности использования органических УФ-фильтров для защиты кожи выдвигают определенные требования к их химическим свойствам. Очевидно, что это прежде всего устойчивость к УФ-излучению и кислороду воздуха. Под влиянием солнечных лучей и кислорода из используемых в качестве УФ-фильтров органических веществ не должно образовываться токсичных веществ, вызывающих аллергию или какие-либо заболевания. В настоящее время у исследователей вызывают интерес УФ-фильтры природного происхождения. Они, как правило, безвредны, хорошо поглощают и рассеивают УФ-лучи и могут снижать негативное воздействие ультрафиолета за счет активации собственных защитных механизмов кожи [3].

Для использования того или иного вещества или композиции в качестве УФ-фильтра проводятся исследования *in vivo*, порядок проведения которых определяет межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 24444-2013. Такие исследования требуют финансовых средств и использования добровольцев [3]. Однако существуют методики *in vitro*, позволяющие сделать предварительное заключение об эффективности того или иного вещества в качестве фотопротектора [10, 12-15].

Целью настоящей работы было исследование фотозащитных свойств экстрактов некоторых лекарственных растений, а также водных растворов троксерутина и феруловой кислоты.

Материалы и методы исследования

Экстракты лекарственных растений

В качестве лекарственных растений для получения экстрактов были выбраны: трава мелиссы лекарственной (Melissa officinalis) и листья мяты перечной (Mentha piperita) производства АО «Красногорсклекарства». Мелиссу и мяту измельчали в фарфоровых ступках, просеивали через сито с диаметром отверстий 1 мм и полученные фракции использовали для получения экстрактов.

Экстракт А. Для получения водных экстрактов по способу А к навескам растений массой 10 г

приливали по 100 мл дистиллированной воды, 30 минут настаивали и затем нагревали на водяной бане при 75°С в течении 60 минут. Полученные экстракты фильтровали через бумажный фильтр “синяя лента” и далее центрифугировали 10 минут при 4000 об/мин. В полученных таким образом “базовых” экстрактах определяли массу сухого вещества, для чего по 10 мл экстрактов высушивали в бюксах при 105°С до постоянной массы. Полученные данные по содержанию сухого вещества использовали для разбавления “базовых” экстрактов водой до концентрации экстрактивных веществ 0,1 мг/мл.

Экстракт Б. Экстракт по способу Б получали только для мелиссы лекарственной. Для получения экстракта к навеске растения массой 10 г приливали 100 мл этилового спирта (95,5%), 30 минут настаивали и затем нагревали на водяной бане при 75°С в течении 60 минут. Полученный экстракт фильтровали через бумажный фильтр “синяя лента” и высушивали в фарфоровой чашке. Полученный сухой остаток экстрагировали дистиллированной водой. При этом смолы и нерастворимые в воде вещества оставались в чашке. Полученный водный экстракт дополнительно обрабатывали хлороформом путем взбалтывания в колбе в течении 30 минут. Водную часть отделяли при помощи делительной воронки, фильтровали через бумажный фильтр “синяя лента”, центрифугировали 10 минут при 4000 об/мин. Для определения массы сухого вещества в полученном “базовом” экстракте 10 мл жидкости высушивали в бюксе при 105°С до постоянной массы. Полученные данные по содержанию сухого вещества использовали для разбавления “базового” экстракта водой до концентрации 0,1 мг/мл.

Феруловая кислота и троксерутин

Для проведения эксперимента использовали коммерчески доступные вещества для производства косметики – феруловая кислота (КНР) и троксерутин (Швеция). Троксерутин – известное венопротекторное и венотонизирующее средство и входит в состав многих лекарственных и косметических средств [5, 8]. Например, выпускаются гели для наружного применения с содержанием троксерутина 2%. Известны работы по изучению фотопротекторных свойств феруловой кислоты на крысах [1].

Несмотря на то, что медицинскому применению троксерутина и феруловой посвящено достаточно большое количество публикаций, изучение фотопротекторных свойств этих веществ требует дополнительных исследований.

Растворы троксерутина готовили растворением вещества в воде, т.к. он в ней хорошо растворим. Для приготовления растворов феруловой кислоты её предварительно растворяли в горячей воде. Для получения спектров поглощения были использованы растворы с концентрацией указанных веществ 45 мкмоль/л.

Исследование полученных экстрактов лекарственных растений и растворов индивидуальных веществ проводили методом УФ-спектрофотометрии на спектрофотометре Lambda 35 (Perkin Elmer) в диапазоне длин волн 260-400 нм, в трех повторах.

Облучение исследуемых объектов ультрафиолетом осуществлялось при помощи медицинского облучателя ОУФк-03 с двумя лампами TopLine COSMEDICO 15W. Согласно документации к устройству эффективный спектральный диапазон ламп составляет 300-400 нм, облученность в этом

диапазоне на расстоянии 0,1 м не менее 7,0 Вт/м^2. Исследование влияния УФ-лучей на фотозащитные свойства исследуемых объектов проводили в режиме: снятие спектра раствора → облучение 30 мин → снятие спектра раствора → облучение 30 минут → снятие спектра раствора → облучение 30 минут → снятие спектра раствора. Расстояние от облучателя до кюветы с исследуемым раствором 0,1 м. Растворы от начала и до конца эксперимента находились в кварцевых кюветах с плотно закрытыми крышками. Толщина кюветы 1 см, раствор сравнения – дистиллированная вода.

Для исследования влияния кислорода воздуха на фотозащитные свойства троксерутина и феруловой кислоты их растворы объемом 200 мл с концентрацией веществ 45 мкмоль/л помещали в мерную колбу объемом 500 мл (для исключения разбрызгивания при барботировании) и продували воздухом при помощи воздушного компрессора со скоростью 1,2 л/мин в течение 120 мин через стеклянную трубку с внутренним диметром 3 мм. УФ-спектры растворов снимали до начала и после окончания барботирования воздухом.

Расчет спектральных характеристик исследуемых объектов

Фотопротекторные свойства рассчитывались на основе полученных УФ-спектров поглощения. В основу расчетов положены формулы и методики, подробно описанные в ряде работ [3, 12-15].

Для оценки фотопротекторных свойств исследуемых объектов были выбраны следующие показатели:

1. Критическая длина волны – $\lambda_{крит}$. Критической длиной волны $\lambda_{крит}$ считается та длина волны, при которой площадь под кривой спектра поглощения в диапазоне длин волн 290-400 нм достигает 90% от максимального значения [12].

Критическую длину волны рассчитывали по формуле [12]:

$$\int_{290нм}^{\lambda_{крит}} A(\lambda)d\lambda = 0,9 \cdot \int_{290нм}^{400нм} A(\lambda)d\lambda,$$

где A – оптическая плотность образца.

2. Показатель УФ-А/УФ-В характеризует ширину защитных свойств исследуемых объектов и рассчитывается отношением площадей под кривой спектра поглощения в диапазонах УФ-А и УФ-В [12]:

$$\frac{УФ-А}{УФ-В} = \frac{\int_{320нм}^{400нм} A(\lambda)d\lambda}{\int_{290нм}^{320нм} A(\lambda)d\lambda},$$

где A – оптическая плотность образца.

3. Для расчета фактора солнечной защиты $SPF_{in\ vitro}$ по полученным спектрам поглощения растворов определяли их оптическую плотность в диапазоне длин волн 290-400 нм с шагом 5 нм. Расчет проводился по формуле:

$$SPF_{in\ vitro} = CF \cdot \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot A(\lambda),$$

где: CF – равный 10 поправочный коэффициент; $A(\lambda)$ – оптическая плотность исследуемого объекта при длине волны λ; EE и I спектры эритемного эффекта и солнечной интенсивности соответственно; произведение $EE(\lambda)\cdot I(\lambda)$ является экспериментально определенной константой для каждой волны λ (для диапазона длин волн 290-400 нм данные приведены в работах [3, 12-15].

Обработка полученных результатов проводилась при помощи программного обеспечения: Spectragriph 1.2, MS Excel 2007.

Результаты исследования и их обсуждение

Спектр поглощения экстракта мелиссы лекарственной, приготовленного по способу А, имеет два максимума поглощения – 281 нм и 321 нм, приготовленного по способу Б – 287 нм и 323 нм. Экстракт мяты перечной, приготовленный по способу А имеет максимумы поглощения 283 нм и 321 (нм) (рис. 1).

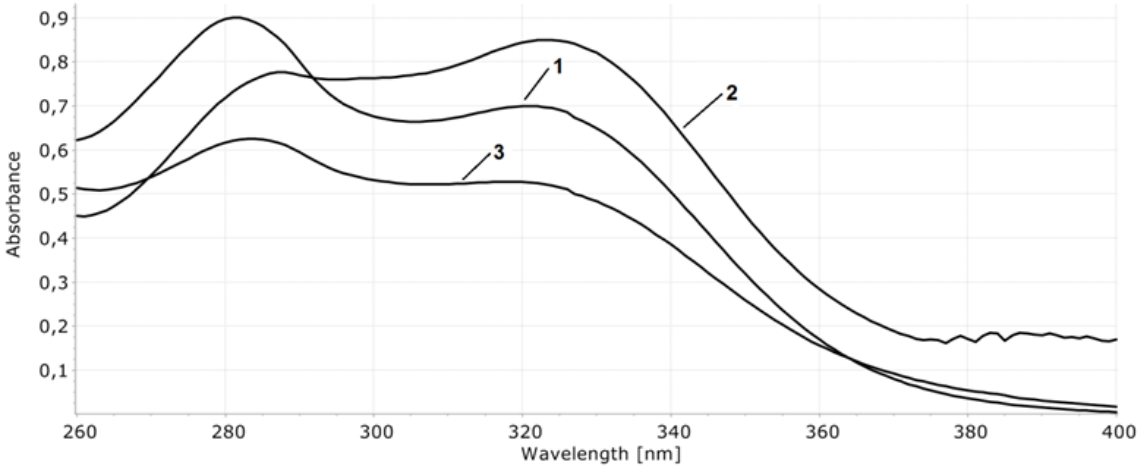

Рис. 1. Спектры поглощения экстрактов 0,1 мг/мл: мелисы лекарственной, экстракт А (1); мелиссы лекарственной, экстракт Б (2); мяты перечной, экстракт А (3)

Тестирование экстрактов мелиссы лекарственной (вариант А и Б) и мяты перечной (вариант А) на фотостабильность показало, что при облучении УФ-светом происходят изменения, приводящие к уменьшению абсорбционных характеристик. При сохранении максимумов поглощения уменьшаются площади под линиями спектров. Предположительно это объясняется тем, что экстракты многокомпонентные и содержат в своем составе вещества, претерпевающие изменения под действием УФ света. Некоторые фотозащитные свойства экстрактов исследуемых растений приведены в табл. 1. При одинаковых исследуемых концентрациях наибольшим значением $SPF_{in\ vitro}$ и λ_c обладает экстракт мелиссы лекарственной, приготовленный по способу Б. Предположительно это можно объяснить тем, что данный способ получения экстракта позволяет удалить большую часть балластных веществ, не влияющих на фотозащитные свойства.

Таблица 1

Фотозащитные характеристики экстрактов мелиссы лекарственной и мяты перечной

Экстракт, 0,1 мг/мл	Облучение УФ, мин	$SPF_{in\ vitro}$	УФ-А/УФ-В	λ_c±2, нм (критическая длина волны)
Мелисса лекарственная (экстракт А)	без облучения	6,70±0,10	0,37±0,07	351
	30	6,10±0,12	0,36±0,06	351
	30 + 30	5,85±0,10	0,36±0,04	352

Продолжение таблицы 1

Мелисса лекарственная (экстракт Б)	-	7,75±0,13	0,53±0,08	368
	30	7,26±0,11	0,52±0,07	368
	30+30	7,04±0,09	0,51±0,03	369
Мята перечная (экстракт А)	без облучения	5,20±0,14	0,39±0,04	356
	30	4,84±0,11	0,39±0,05	357
	30+30	4,68±0,08	0,39±0,08	358

Электронные спектры троксеруктина до облучения, после облучения через 30, 60, 90 минут и после пропускания через раствор троксерутина воздуха в течении 2 часов представлены на рис. 2. Как видно из графиков, троксерутин преимущественно поглощает ультрафиолет в области УФ-А. В диапазоне 320-400 нм имеется максимум поглощения 349 нм. Спектры поглощения раствора троксерутина до и после облучения ультрафиолетом практически накладываются друг на друга. Пропускание воздуха лишь незначительно меняет форму кривой спектра.

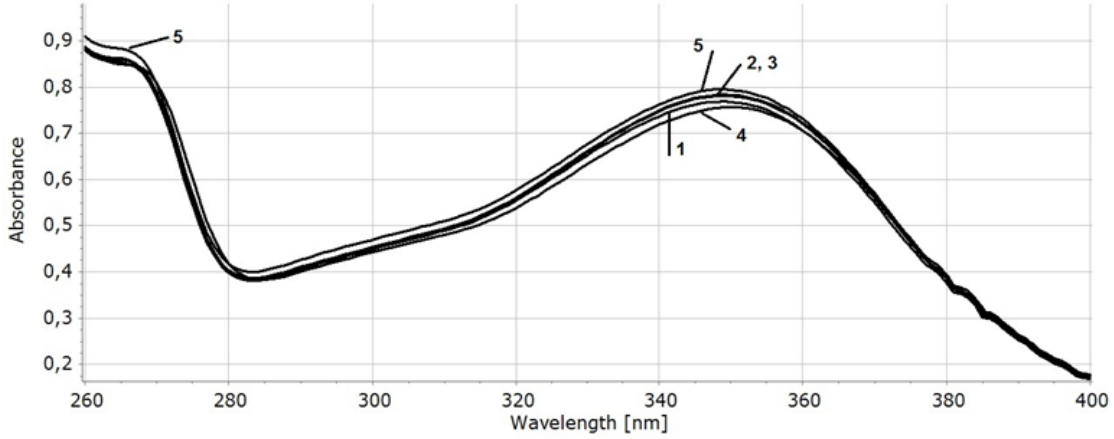

Рис. 2. Спектры поглощения раствора троксерутина, 45 мкмоль/л: до облучения (1), после 30, 60, 90 минут облучения (2-4) и после пропускания воздуха в течении 2-х часов (5)

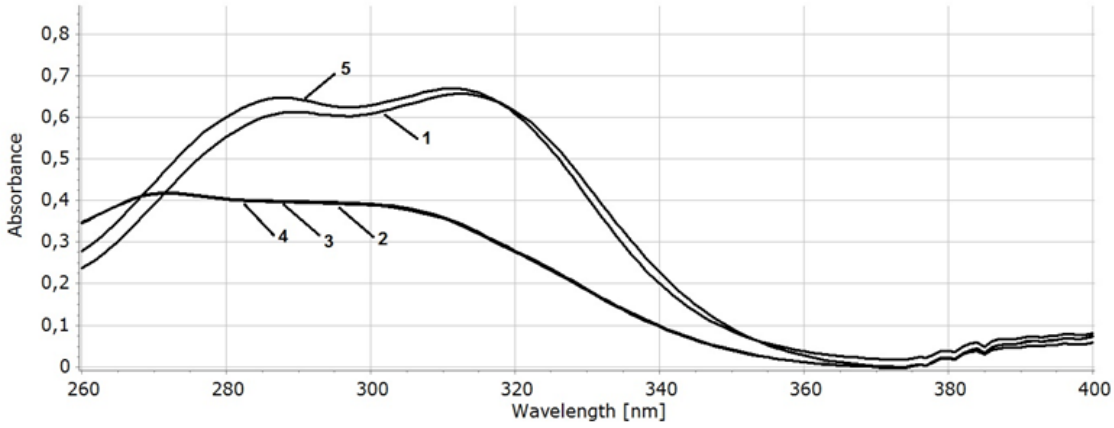

Рис. 3. Спектры поглощения раствора феруловой кислоты, 45 мкмоль/л: до облучения (1), после 30, 60 и 90 минут облучения (2-4) и после пропускания воздуха в течении 2-х часов (5)

На рис. 3 представлены спектры поглощения феруловой кислоты. До облучения исследуемый объект имеет максимумы поглощения 290 и 312 нм. При облучении в течение 30 минут абсорбционные характеристики раствора значительно меняются. На спектре имеется только один максимум на 272 нм, и в сторону увеличения длины волны второй максимум исчезает и появляется плечо. Однако дальнейшее облучение не приводит к изменению абсорбционных характеристик исследуемого раствора, графики спектров практически накладываются друг на друга (линии 2, 3, 4 на рис. 3). Поглощает феруловая кислота преимущественно в УФ-Б области спектра. На характер графика оказывает влияние и кислород воздуха, после продувания которого в течении 2-х часов наблюдается некоторое увеличение поглощения и небольшой гипсохромный сдвиг максимумов до 282 нм и 309 нм. Вероятнее всего это происходит из-за изменения характера среды при пропускании воздуха.

Фотозащитные свойства феруловой кислоты ранее исследовалась в работе [3], в которой показано, что при облучении ультрафиолетом в сторону уменьшения изменяется рассчитанный in vitro фактор SPF, что согласуется с нашими данными. Полученные нами результаты также согласуются с данными, имеющимися в работе [11]. Авторы этого исследования облучали феруловую кислоту УФ лучами в разных режимах, и изменение абсорбционных характеристик спектра объясняют переходом транс-формы феруловой кислоты в её цис-форму. Такой переход осуществляется практически сразу с началом облучения, а при жестких условиях облучения феруловая кислота может разлагаться и окисляться до ванилина [11]. В этой же работе указано, что переход транс-формы в цис-форму в водных растворах может происходит и без облучения.

Фотозащитные характеристики растворов троксерутина и феруловой кислоты приведены в табл. 2. Из полученных результатов видно, что троксерутин обладает небольшим значением $SPF_{in\ vitro}$, и высоким значением соотношения УФ-А/УФ-Б, так как является преимущественно УФБ фильтром. Троксерутин устойчив к воздействию ультрафиолета и кислороду воздуха. Феруловая кислота имеет небольшое значение $SPF_{in\ vitro}$, но, несмотря на наблюдаемое снижение абсорбционных характеристик при облучении УФ светом феруловую кислоту можно использовать как УФ-Б фильтр. Относительно невысокие характеристики этого вещества как УФ-Б фильтра могут компенсироваться другими важными показателями биологической активности [1].

Таблица 2

Фотозащитные характеристики троксерутина и феруловой кислоты

Раствор, 45 мкмоль/л	Облучение УФ, мин	$SPF_{in\ vitro}$	УФ-А/ УФ-Б	λ_c±2, нм (крит. длина волны)
Троксерутин	без облучения	4,69±0,10	3,11±0,07	377
	30	4,71±0,11	3,13±0,03	376
	30+30	4,70±0,12	3,13±0,03	378
	30+30+30	4,61±0,13	3,15±0,04	378
	без облучения, барботирование р-ра 120 минут воздухом	4,89±0,10	3,09±0,04	377
Феруловая кислота	без облучения	6,28±0,13	0,63±0,06	340
	30	3,75±0,15	0,53±0,08	344
	30+30	3,72±0,09	0,53±0,08	344
	30+30+30	3,72±0,14	0,53±0,07	345
	без облучения, барботирование р-ра 120 минут воздухом	6,45±0,12	0,62±0,06	344

Выводы

Водные экстракты мелиссы лекарственной и котовника кошачьего обладают определенными фотозащитными свойствами, однако при УФ облучении происходит снижение их абсорбционных свойств, что предположительно связано с изменением химического состава экстрактов под действием ультрафиолета.

Троксерутин в водных растворах устойчив к действию УФ-излучения, кислороду воздуха и может рассматриваться как УФ-А фильтр. Феруловая кислота поглощает УФ излучение преимущественно в УФ-В области, однако абсорбционные свойства её водных растворов значительно меняются под воздействием УФ-излучения.

Литература

1. Абисалова И.Л., Федорова Е.П., Масловская Е.А. Исследование УФ-протекторной активности кислоты феруловой в составе мазевых композиций с различными физико-химическими свойствами // Фармация и фармакология. 2014. № 5 (6). С. 17 – 23.

2. Акимов В.Г. Биологические эффекты ультрафиолетового облучения кожи // Вестник дерматологии и венерологии. 2008. № 3. С. 81 – 84.

3. Албухайдар А., Потапович А.И., Костюк В.А. Количественная оценка эффективности природных полифенольных соединений как химических фильтров УФ-излучения // Журнал Белорусского государственного университета. Биология. 2017. № 1. С. 3 – 12.

4. Ивашев М.Н., Чуклин Р.Е. Влияние оксикоричных кислот на систему мозгового кровообращения // Фармация и фармакология. 2013. № 1 (1). С. 44 – 48.

5. Чеснокова Н.Н., Кононова С.В., Петрова С.В., Писаненко Д.В. Исследование рынка флеботропных лекарственных препаратов, применяемых при лечении варикозной болезни вен нижних конечностей (без язв и воспалений) // Ремедиум. Журнал о российском рынке лекарств и медицинской техники. 2017. № 5. С. 36 – 42. DOI 10.21518/1561-5936-2017-5-36-42

6. Олисова О.Ю., Владимирова Е.В., Бабушкин А.М. Кожа и солнце // Российский журнал кожных и венерических болезней. 2012. № 6. С. 57 – 62. DOI: 10.17816/dv36783

7. Пурцхванидзе В.А., Симаков Ю.Г., Баткаева Н.В. Избыточная инсоляция как фактор развития рака кожи у человека // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2017. № 9. С. 72 – 78.

8. Сазонов А.Б., Дьяков И.Н. Применение троксерутина при хронической венозной недостаточности // Стационарозамещающие технологии: Амбулаторная хирургия. 2014. № 1-2. С. 56 – 58.

9. Соловченко А.Е., Мерзляк М.Н. Экранирование видимого и УФ излучения как механизм фотозащиты у растений // Физиология растений. 2008. Т. 55. № 6. С. 803 – 822.

10. Храмченкова О.М., Матвеенков М.В. Фотозащитная активность экстрактов из пяти видов лишайников в отношении кератиноцитов человека (HaCAT) // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2018. № 4. С. 52 – 62.

11. Шуберт Т.А., Кравченко Н.Т. Физиологическая активность и цис-транс-изомерия в ряду оксикоричных кислот // Фенольные соединения и их биологические функции: Материалы 1 Всесоюз. симпозиума по фенольным соединениям, состоявшегося 14-17 дек. 1966 г. в Москве / АН СССР. Ин-т физиологии растений им. К.А. Тимирязева. Ордена Ленина ин-т биохимии им. А.Н. Баха. Науч. совет. по физиологии и биохимии растений; Отв. ред. акад. А.Л. Курсанов и д-р биол. наук М.Н. Запрометов. Москва: Наука, 1968. 421 с.: ил.; 22 см.

12. Khramchankova V.M. In vitro study of the photoprotective properties of compositions containing lichen extracts and Castor oil // Theoretical & Applied Science. 2020. № 6 (86). P. 71 – 77. DOI 10.15863/TAS.2020.06.86.13.

13. Khan M.A. Sun protection factor determination studies of sunscreen formulations for their selection and use in cosmetics // Journal of Pharmaceutical Biology. 2014. Т. 4. №. 1. С. 9 – 11.

14. de Oliveira-Junior R.G. et al. Photoprotective, antibacterial activity and determination of phenolic compounds of Neoglaziovia variegata (Bromeliaceae) by high performance liquid chromatography-diode array detector (HPLC-DAD) analysis //African Journal of Pharmacy and Pharmacology. 2015. Т. 9. № 22. С. 576 – 584.

15. Dutra E.A. et al. Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry // Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. 2004. Т. 40. № 3. С. 381 – 385.

References

1. Abisalova I.L., Fedorova E.P., Maslovskaya E.A. Issledovanie UF-protektornoj aktivnosti kisloty ferulovoj v sostave mazevyh kompozicij s razlichnymi fiziko-himicheskimi svojstvami. Farmaciya i farmakologiya. 2014. № 5 (6). S. 17 – 23.

2. Akimov V.G. Biologicheskie effekty ul'trafioletovogo oblucheniya kozhi. Vestnik dermatologii i venerologii. 2008. № 3. S. 81 – 84.

3. Albuhajdar A., Potapovich A.I., Kostyuk V.A. Kolichestvennaya ocenka effektivnosti prirodnyh polifenol'nyh soedinenij kak himicheskih fil'trov UF-izlucheniya. ZHurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya. 2017. № 1. S. 3 – 12.

4. Ivashev M.N., Chuklin R.E. Vliyanie oksikorichnyh kislot na sistemu mozgovogo krovoobrashcheniya. Farmaciya i farmakologiya. 2013. № 1 (1). S. 44 – 48.

5. CHesnokova N.N., Kononova S.V., Petrova S.V., Pisanenko D.V. Issledovanie rynka flebotropnyh lekarstvennyh preparatov, primenyaemyh pri lechenii varikoznoj bolezni ven nizhnih konechnostej (bez yazv i vospalenij). Remedium. ZHurnal o rossijskom rynke lekarstv i medicinskoj tekhni-ki. 2017. № 5. S. 36 – 42. DOI 10.21518/1561-5936-2017-5-36-42

6. Olisova O.Yu., Vladimirova E.V., Babushkin A.M. Kozha i solnce. Rossijskij zhurnal kozhnyh i venericheskih boleznej. 2012. № 6. S. 57 – 62. DOI: 10.17816/dv36783

7. Purckhvanidze V.A., Simakov Yu.G., Batkaeva N.V. Izbytochnaya insolyaciya kak faktor razvitiya raka kozhi u cheloveka. Sovremennaya nauka: aktual'nye problemy teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2017. № 9. S. 72 – 78.

8. Sazonov A.B., D'yakov I.N. Primenenie trokserutina pri hronicheskoj venoznoj nedostatochnosti. Stacionarozameshchayushchie tekhnologii: Ambulatornaya hirurgiya. 2014. № 1-2. S. 56 – 58.

9. Solovchenko A.E., Merzlyak M.N. Ekranirovanie vidimogo i UF izlucheniya kak mekhanizm fotozashchity u rastenij. Fiziologiya rastenij. 2008. T. 55. № 6. S. 803 – 822.

10. Hramchenkova O.M., Matveenkov M.V. Fotozashchitnaya aktivnost' ekstraktov iz pyati vidov lishajnikov v otnoshenii keratinocitov cheloveka (HaCAT). ZHurnal Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta. Ekologiya. 2018. № 4. S. 52 – 62.

11. Shubert T.A., Kravchenko N.T. Fiziologicheskaya aktivnost' i cis-trans-izomeriya v ryadu oksi-korichnyh kislot. Fenol'nye soedineniya i ih biologicheskie funkcii: Materialy 1 Vsesoyuz. sim-poziuma po fenol'nym soedineniyam, sostoyavshegosya 14-17 dek. 1966 g. v Moskve. AN SSSR. In-t fi-ziologii rastenij im. K.A. Timiryazeva. Ordena Lenina in-t biohimii im. A.N. Baha. Nauch. sovet. po fiziologii i biohimii rastenij; Otv. red. akad. A.L. Kursanov i d-r biol. nauk M.N. Zaprometov. Moskva: Nauka, 1968. 421 s.: il.; 22 sm.

12. Khramchankova V.M. In vitro study of the photoprotective properties of compositions containing lichen extracts and Castor oil. Theoretical & Applied Science. 2020. № 6 (86). P. 71 – 77. DOI 10.15863/TAS.2020.06.86.13.

13. Khan M.A. Sun protection factor determination studies of sunscreen formulations for their selection and use in cosmetics. Journal of Pharmaceutical Biology. 2014. Т. 4. №. 1. S. 9 – 11.

14. de Oliveira-Junior R.G. et al. Photoprotective, antibacterial activity and determination of phenolic compounds of Neoglaziovia variegata (Bromeliaceae) by high performance liquid chromatography-diode array detector (HPLC-DAD) analysis.African Journal of Pharmacy and Pharmacology. 2015. Т. 9. № 22. S. 576 – 584.

15. Dutra E.A. et al. Determination of sun protection factor (SPF) of sunscreens by ultraviolet spectrophotometry. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas. 2004. Т. 40. № 3. S. 381 – 385.