

УДК 615.322

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И ТЕРАПЕВТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ *FOENICULUM VULGARE*

Зимбитцкая Г. Е.¹, Суботялов М. А.^{1,2}

¹*Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия*

²*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,*

Новосибирск, Россия

E-mail: subotyalov@yandex.ru

В обзоре представлен анализ публикаций, посвященных выявлению биологической активности, компонентного состава, фармакологических свойств и терапевтического потенциала компонентов растения *Foeniculum vulgare*. При подготовке настоящей публикации использовались статьи в изданиях, включенных в PubMed. Проведенный анализ показал, что в составе *Foeniculum vulgare* присутствует широкий спектр биологически активных веществ: флавоноиды, фенольные соединения, фенхол, эстрагол и другие. В исследованиях были продемонстрированы эстрогенные, противовоспалительные, антиоксидантные, противоопухолевые эффекты. Обзор показал, что *Foeniculum vulgare* обладает терапевтическим потенциалом и может быть перспективным видом сырья для разработки средств, эффективных при различных заболеваниях.

Ключевые слова: *Foeniculum vulgare*, Фенхель обыкновенный, флавоноиды, эстрагол.

ВВЕДЕНИЕ

Применения растительных ресурсов в качестве терапевтических средств при различных заболеваниях растет с каждым годом.

Современные фармацевтические препараты должны быть экономически выгодны, безопасны, эффективны и обладать широким спектром действия. Поэтому большое внимание уделяется поиску и введению в фармацевтику новых источников биологически активных веществ.

Одним из таких растительных ресурсов, с богатым набором биологически активных веществ, обладающих высоким терапевтическим потенциалом, является *Foeniculum vulgare* (Фенхель обыкновенный).

В связи с вышесказанным **цель** данного обзора: проанализировать компонентный состав, биологическую активность и терапевтический потенциал *Foeniculum vulgare*.

При подготовке настоящей публикации использовались статьи в изданиях, включенных в PubMed.

Foeniculum vulgare – старейшее допустимое название в пределах рода *Foeniculum* для растения, обозначенного Карстенем как *Foeniculum foeniculn*. Однако, согласно международным правилам номенклатуры, бинomialное название *Foeniculum vulgare*

не было действительно опубликовано Хиллом в его справочнике [1] по той причине, что он не последовательно принял биномиальную систему номенклатуры.

Фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare*) – прямостоячее, ветвящееся многолетнее травянистое растение с мягкой, перистой, почти волосовидной листвой, достигающей 2 м в высоту. Это растение похоже на укроп. Обычно его выращивают в овощных и травяных садах из-за его анисовой листвы и семян, которые обычно собирают для использования в кулинарии. Он прямостоячий и цилиндрический, ярко-зеленый и гладкий, как будто отполированный, с множеством разветвленных листьев, разрезанных на тончайшие сегменты. Листья вырастают до 40 см в длину; они мелко рассечённые, с конечными сегментами нитевидными (нитевидными), шириной около 0,5 мм. Ярко-золотистые цветки в больших плоских верхушечных зонтиках с тринадцатью-двадцатью лучами распускаются в июле и августе.

Растение фенхель возникло в южном Средиземноморье, и благодаря натурализации и культивированию оно растет в диком виде в Северном, Восточном и Западном полушариях, особенно в Азии, Северной Америке и Европе. Его выращивают на полях, а также он растет в дикой природе. Трава была хорошо известна древним египтянам, римлянам, индийцам и китайцам. Римляне выращивали его из-за его ароматных семян, а съедобные мясистые побеги до сих пор очень распространены в южной Италии. Это незаменимый ингредиент современной французской и итальянской кухни. Все части растения ароматны и могут использоваться по-разному.

В лечебных целях фенхель обыкновенный используется с древних времён. Фенхель используется в различных традиционных системах медицины, таких как традиционная аюрведическая медицина, индийских и иранских традиционных системах медицины [20]. Его стебель, плоды, листья, семена и само растение в целом используются в различных формах для лечения различных заболеваний.

Как традиционная, так и современная медицина демонстрируют терапевтические свойства фенхеля. Серия исследований показала, что *F. Vulgare* эффективно контролирует многочисленные инфекционные заболевания бактериального, грибкового, вирусного, микобактериального и протозойного происхождения [3–7]. В таблице 1 перечислены этномедицинские применения *F. vulgare*. для нескольких различных типов заболеваний в различных странах.

Помимо медицинского применения, надземные части, а именно листья, стебли и плоды/семена *F. vulgare*, широко используются в качестве стимуляторов лактации не только для увеличения количества и качества молока, но и для улучшения притока молока у кормящих матерей. [32, 34, 37,47]. С древних времен семена фенхеля использовались в качестве ингредиента для устранения неприятного запаха изо рта [48]. Натуральный светло-зеленый краситель, полученный из листьев, используется в косметике, для окрашивания тканей/деревянных материалов и в качестве пищевого красителя. Красители желтого и коричневого цвета получают путем соединения цветков и листьев фенхеля [49]. Во многих частях Индии и Пакистана жареные семена фенхеля употребляют в качестве *мухвы* (освежителя рта). *Мухва* – освежитель рта после еды или средство для улучшения пищеварения. Он может быть сделан из различных семян и орехов, но часто встречается с

семенами фенхеля, семенами аниса, кокосом и семенами кунжута. Они сладкие на вкус и очень ароматные из-за присутствия сахара и добавления различных эфирных масел. Семена могут быть покрытыми сахаром и ярко окрашенными.

Таблица 1
Традиционные и современные применения *Foeniculum vulgare*

Заболевание	Используемая часть	Местонахождение	Ссылка
Бессонница	Настой чайного листа	Бразилия	[31]
Опухоли	Настойки из листьев и цветов	Лоха, Эквадор	[2]
Гастрит	Настойки ил листьев и цветов	Лоха, Эквадор	[2]
Противорвотное	Фрукты, в виде порошка	Северо-восточная часть Майорки	[47]
Снятие стресса	Верхушечные побеги	Лигурия, Италия	[45]
Стимулятор молока у беременных	Настой из листьев Фрукты	Южная Африка Рим, Италия	[37] [32]
Колики у детей	Листья и плоды	Бразилия	[29]
Язвы во рту	Листья	Безиликата, Италия	[17]
Конъюнктивит	Листья и цветок	Лоха, Эквадор	[16]
Заболевание почек	Надземная часть Семена	Альто, Боливия Гуджранвала, Пакистан	[38] [32]

1. КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ И ПИЩЕВАЯ ЦЕННОСТЬ ФЕНХЕЛЯ

Foeniculum vulgare выращивают из-за его съедобных плодов или семян. Они сладкие и сухие; полностью созревший экземпляр – изысканный фрукт. Плоды часто сушат для последующего использования, и эти сухофрукты, называемые фенхелем, являются основным предметом торговли. В таблице 2 указан состав питательных веществ фенхеля (данные Министерства сельского хозяйства США). Фенхель является одним из лучших растительных источников калия, натрия, фосфора и кальция. Согласно данным Министерства сельского хозяйства США для сорта Mission, фенхель богат пищевыми волокнами и витаминами по сравнению с потребностями человека. Они имеют меньшее количество многих других питательных веществ.

Фенхель содержит меньшее количество многих других питательных веществ. По весу фенхель содержит больше кальция (49 мг/100 г) по сравнению с яблоками (7,14 мг/100 г), бананами (3,88 мг/100 г), финиками (25,0 мг/100 г), виноградом (10,86 мг/100 г), апельсин (40,25 мг/100 г), чернослив (18,0 мг/100 г), изюм (40,0 мг/100 г), клубника (14,01 мг/100 г). Фенольные смолы являются важным компонентом качества фруктов из-за их вклада во вкус, цвет и питательные свойства фруктов. Среди фенолов, проанализированных в плодах этого растения, были неоохлорогеновая кислота (1,40%), хлорогеновая кислота (2,98%), галловая

кислота (0,169%), хлорогеновая кислота (6,873%), кофейная кислота (2,960%), п-кумаровая кислота. (4,325%), феруловая кислота-7-*o*-глюкозид (5,223%), кверцетин-7-*o*-глюкозид (3,219%), феруловая кислота (3,555%), 1,5-дикафеоилхиновая кислота (4,095%), гесперидин (0,203%), коричная кислота (0,131%), розмариновая кислота (14,998%), кверцетин (17,097%), и апигенин (12,558%) [23].

Таблица 2
Питательные вещества, обнаруженные в сушеном фенхеле (USDA, США)

Состав	Количество (на 100 г)
Энергия	31 ккал
Белки	1,24 г
Жиры	0,2 г
Углеводы	7,3 г
Сахара	3,93 г
Минералы	
Кальций, Ca	49 мг
Железо, Fe	0,73 мг
Магний, Mg	17 мг
Фосфор, P	50 мг
Калий, K	414 мг
Натрий, Na	52 мг
Цинк, Zn	0,2 мг
Витамины	
Витамин С	12 мг
Тиамин В-1	0,01 мг
Рибофлавин В-2	0,032 мг
Ниацин В-3	0,64 мг
Витамин В-6	0,047 мг
Витамин А	48
Витамин Е	0, 58 мг
Витамин К	62,8
Незаменимые аминокислоты	
Лейцин	0,63 г
Изолейцин	0,73 г
Фенилаланин	0,45 г
Триптофан	0,53 г
Заменимые аминокислоты	
Глицин	0,55 г
Пролин	0,53 г

Таким образом, как типичный сезонный свежий фрукт, фенхель является важной составляющей региональной диеты Европы и других регионов. Различные сорта частей фенхеля широко используются во многих кулинарных блюдах по

всему миру. Побеги, нежные листья и стебли жуют и рассасывают из-за их изысканного анисового вкуса. Все эти части также широко используются в качестве овощей. В сыром виде их добавляют в салаты, тушат с фасолью и нуттом, используют для фарширования рыбы на гриле, кладут в супы и хлебные бульоны. Помимо приправы, фенхель используется для консервирования продуктов. Цветущие стебли, сахар и мед, вымачиваемые в бренди, дают высокоценный спирт. Травяные чаи, приготовленные из свежих нежных или сушеных цветочных стеблей, пьют охлажденными или горячими, в зависимости от сезона. Кулинарное использование фенхеля настолько разнообразно и широко распространено, что его экспортировали из страны в страну на протяжении веков [14].

Foeniculum vulgare официально отмечен в *аюрведической* фармакопее как важная часть многокомпонентных составов при лечении различных заболеваний и расстройств. Был проведен ряд биологических и фармакологических исследований для оценки местного использования *F. vulgare*. Экстракты *F. Vulgare* и его изолированные соединения были оценены на несколько видов активности, а именно антивозрастное, противоаллергическое, противовоспалительное, противомикробное и противовирусное, антимуtagenное, антиноцицептивное, жаропонижающее, спазмолитическое, антистрессовое, антитромботическое, анксиолитическое, апоптотическое, сердечно-сосудистое, цитопротективное, противоопухолевое, мочегонное, эстрогенное, отхаркивающее, лактогенное, ноотропное и окулогипотензивное гепатопротекторное, гипогликемическое, гиполипидемическое, улучшающее память свойства [11, 13, 20, 50,]. Краткий обзор фармакологической и биологической активности представлен в таблице 3.

Противовоспалительная активность

Пероральное введение метанольного экстракта плодов *F. vulgare* крысам и мышам проявляло ингибирующее действие в отношении острых и подострых воспалительных заболеваний. Противовоспалительную активность метанольного экстракта оценивали с использованием трех протоколов скрининга, а именно: отек лапы, вызванный каррагинаном, отек уха, вызванный арахидоновой кислотой, и артрит, вызванный формальдегидом. Они широко используются для тестирования нестероидных противовоспалительных препаратов. При остром воспалении метанольный экстракт (200 мг/кг) значительно ингибирует отек лап (69%), вызванный инъекцией каррагинана, по сравнению с контрольной группой животных. Метанольный экстракт *F. vulgare* также ингибирует отек уха (70%), вызванный арахидоновой кислотой у мышей. Уровень сывороточных трансаминаз, аспартатаминотрансферазы (АСТ) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) достоверно повышается в присутствии метанольного экстракта *F. vulgare* при воспалении, индуцированном формальдегидом, по сравнению с контрольной группой. Оценка уровня АСТ и АЛТ обеспечивает хороший и простой инструмент для измерения противовоспалительной активности целевых соединений [24]. Эти общие результаты позволяют предположить, что *F. vulgare* может действовать как на циклооксигеназный, так и на липооксигеназный пути [7].

Таблица 3
 Фармакологическая/биологическая активность *Foeniculum vulgare*

Эффект	Используемая часть растения	Полученные результаты	Ссылки
Противовоспалительный	Семя	Ингибирующее действие в отношении острых и подострых воспалительных заболеваний и аллергических реакций IV типа.	[26]
Гипогликемический	Семя	Прием эфирного масла диабетическими крысами корректировал гипергликемию и активность сывороточной глутатионпероксидазы, а также улучшал патологические изменения, наблюдаемые в их почках и поджелудочной железе.	[32]
Противоопухолевый	Семя	70% метанольный экстракт проявляет хорошую противоопухолевую активность при концентрации 200 мкг/мл.	[31]
Антиоксидантный	Семя	77,5% и 99,1% ингибирование перекисного окисления в системе линолевой кислоты соответственно.	[33]
Эстрогенный	Семя	Масса молочных желез увеличивается, также увеличивается масса яйцевода, эндометрия, миометрия, шейки матки и влагалища.	[25]
Антистрессовый	Семя	Значительное ингибирование вызванных стрессом биохимических изменений ванилилминдальной кислоты и аскорбиновой кислоты.	[29]
Антиканцерогенный	Семя	Значительное повышение уровня малонового диальдегида и значительное снижение активности каталазы и содержания глутатиона в печени и опухолевой ткани у мышей с асцитной карциномой Эрлиха	[38]

Эстрогенные свойства

С момента открытия в 1926 году эффектов некоторых растительных продуктов, вызывающих течку, были предприняты значительные усилия для анализа фитоэстрогенов, включая флавоноиды, изофлавоноиды, халконы, куместаны, стильбены, лигнаны, сапонины и эфирные масла [16]. *F. vulgare* обладает эстрогеноподобной активностью. У самок крыс пероральное введение экстракта в течение 10 дней приводило к эструсу [25]. Общая концентрация нуклеиновых кислот и белка, а также масса ткани увеличивались в молочных железах за счет перорального приема ацетонового экстракта семян *F. vulgare* [38]. Сообщалось, что масло фенхеля проявляет эстрогенную активность, способствует менструации и облегчает симптомы женского климактерического периода, а также повышает либидо [4]. Введение масла фенхеля не продемонстрировало какого-либо заметного эффекта в отношении сокращения матки. Использование масла фенхеля проявляло ингибирующий эффект в отношении простагландина E2. Таким образом, экстракты *F. vulgare* обладают эстрогенной активностью [23].

Сердечно-сосудистая система

Водный экстракт листьев *F. vulgare* обладает потенциальным действием на сердечно-сосудистую систему. Этот эффект был исследован с использованием анестезированных пентобарбиталом самцов белых крыс Sprague-Dawley [21]. Внутривенное введение лиофилизированного кипяченого водного экстракта листьев вызывало значительное дозозависимое снижение артериального давления, не влияя на частоту сердечных сокращений или частоту дыхания. Водный экстракт вызывал невыраженную гипотензивную активность. [21].

Антиоксидантная активность

Природные антиоксиданты могут быть использованы для защиты человека от окислительного стресса [24]. Фенхель известен как отличный источник природных антиоксидантов и вносит свой вклад в ежедневный антиоксидантный рацион [29]. Было обнаружено, что дикий фенхель проявляет активность по удалению свободных радикалов с более высоким содержанием фенолов и флавоноидов, чем лекарственный и пищевой фенхель, а надземные части популяций итальянского фенхеля показали самую высокую активность по удалению DPPH [21]. Фенольные соединения фенхеля, включая кофеилхиновую кислоту, розмариновую кислоту, эриодиктиол-7-орутинозид, кверцетин-3-О-галактозид и кемпферол-3-О-глюкозид, проявляли антиоксидантную активность [23]. Эфирное масло продемонстрировало сильную антиоксидантную активность. Этаноловые и водные экстракты фенхеля показали меньшую антиоксидантную активность по сравнению с эфирным маслом [38].

Влияние на фертильность

Было показано эстрогенное влияние перорального приема экстракта фенхеля в течение 10 дней на увеличение массы женских половых органов. Прием экстракта фенхеля в течение 5 дней значительно увеличивал общее количество фолликулов у самок белых крыс по сравнению с группой плацебо [4]. Внутривенное введение

этанольного экстракта фенхеля самкам мышей в течение 5 дней увеличивало уровень эстрогена в зависимости от дозы [22]. Влияние фенхеля на толщину эндометрия у 92 бесплодных женщин, которые случайным образом были разделены на две группы: принимавшие фенхелевый чай ($n = 45$) и контрольную ($n = 47$) группы. Толщину эндометрия определяли по УЗИ, уровню β -хорионического гонадотропина человека в сыворотке крови и увеличению дозы эстрогенов. Среднее количество дней для достижения толщины эндометрия не менее 8 мм составило $13,1 \pm 3,2$ и $14,2 \pm 3,5$ в группах с фенхелем и контрольной группе соответственно [41].

Влияние на лактацию

Пролактин известен как гормон лактации, который вырабатывается гипофизом. Наиболее важной функцией пролактина является стимулирующее влияние на выработку молока после родов. Высокий уровень пролактина при беременности способствует увеличению молочных желез и выделению молока в груди у женщин при грудном вскармливании. Высокий уровень пролактина в первые несколько месяцев грудного вскармливания тормозит овуляцию. Индуктивное влияние фенхеля на выработку пролактина было подтверждено в доклинических и клинических исследованиях. Внутривентриальное введение водного экстракта фенхеля в течение 5 и 10 дней значительно повышало уровень пролактина в сыворотке крови [25]. Кроме того, внутривентриальное введение 100 и 200 мг/кг этанольного экстракта фенхеля самкам мышей в течение 5 дней увеличивало уровень пролактина в зависимости от дозы [22]. Семена фенхеля (6 капсул по 500 мг три раза в день) повышали пролактин в сыворотке крови у кормящих женщин.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фенхель обыкновенный используется, как пряность и как традиционный метод лечения. Все части растения обладают высокой фармакологической эффективностью. *Foeniculum vulgare* содержит различные фитохимические вещества, такие как летучие соединения, флавоноиды, фенольные соединения, жирные кислоты и аминокислоты.

Полученные данные дают основу для обоснования проведения дальнейших исследований, а также указывают на важность и актуальность изучения биологически активных веществ *Foeniculum vulgare* при различных заболеваниях.

Список литературы

1. Hill J. The British Herbal: An History of Plants and Trees, Natives of Britain, Cultivated for Use, or Raised for Beauty / J. Hill. – London, UK, 1756.
2. Muckensturm B. Phytochemical and chemotaxonomic studies of *Foeniculum vulgare* / B. Muckensturm, D. Foechterlen, J. P. Reduron, P. Danton, M. Hildenbrand // *Biochemical Systematics and Ecology*. – 1997. – Vol. 25, No 4. – P. 353–358.
3. Kaur G. J. Antibacterial and phytochemical screening of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum ammi* / G. J. Kaur, D. S. Arora // *BMC Complementary and Alternative Medicine*. – 2009. – Vol. 9. – article 30.
4. Manonmani R. Antibacterial screening on *Foeniculum vulgare* Mill / R. Manonmani, V. M. Abdul Khadir // *International Journal of Pharma and Bio Sciences*. – 2011. – Vol. 2, No 4. – P. 390–394.

5. Orhan I. E. Antimicrobial and antiviral effects of essential oils from selected Umbelliferae and Labiatae plants and individual essential oil components / I. E. Orhan, B. Özçelik, M. Kartal, Y. Kan // *Turkish Journal of Biology*. – 2012. – Vol. 36, No 3. – P. 239–246.
6. Morales P. Tocopherol composition and antioxidant activity of Spanish wild vegetables / P. Morales, A. M. Carvalho, M. C. Sánchez-Mata, M. Cámara, M. Molina, I. C. F. R. Ferreira // *Genetic Resources and Crop Evolution*. – 2012. – Vol. 59, No 5. – P. 851–863.
7. Dua A. Polyphenols, flavonoids and antimicrobial properties of methanolic extract of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller) / A. Dua, G. Garg, R. Mahajan // *European Journal of Experimental Biology*. – 2013. – Vol. 3, No 4. – P. 203–208.
8. Malini T. Effect of *Foeniculum vulgare*. Mill seed extract on the genital organs of male and female rats / T. Malini, G. Vanithakumari, N. Megala, S. Anusya, K. Devi, V. Elango // *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*. – 1985. – Vol. 29, No 1. – P. 21–26.
9. Ozbek H. Hepatoprotective effect of *Foeniculum vulgare* essential oil / H. Ozbek, S. Uğraş, H. Dülger [et al.] // *Fitoterapia*. – 2003. – Vol. 74, No 3. – P. 317–319.
10. Oktay M. Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts / M. Oktay, I. Gülçin, Ö. I. Küfrevioğlu // *LWT-Food Science and Technology*. – 2003. – Vol. 36, No 2. – P. 263–271.
11. Pradhan M. In-vitro cytoprotection activity of *Foeniculum vulgare* and *Helicteres isora* in cultured human blood lymphocytes and antitumour activity against B16F10 melanoma cell line / M. Pradhan, S. Sribhuwaneswari, D. Karthikeyan [et al.] // *Research Journal of Pharmacy and Technology*. – 2008. – Vol. 1, No 4. – P. 450–452.
12. El-Soud N. A. Antidiabetic activities of *Foeniculum vulgare* mill. Essential oil in streptozotocin-induced diabetic rats / N. A. El-Soud, N. El-Laithy, G. El-Saeed [et al.] // *Macedonian Journal of Medical Sciences*. – 2011. – Vol. 4, No 2. – P. 139–146.
13. Koppula S. *Foeniculum vulgare* Mill (Umbelliferae) attenuates stress and improves memory in wister rats / S. Koppula, H. Kumar // *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*. – 2013. – Vol. 12, No 4. – P. 553–558.
14. Barros L. The nutritional composition of fennel (*Foeniculum vulgare*): shoots, leaves, stems and inflorescences / L. Barros, A. M. Carvalho, I. C. F. R. Ferreira // *LWT: Food Science and Technology*. – 2010. – Vol. 43, No 5. – P. 814–818.
15. Garg C. Chemical composition, therapeutic potential and perspectives of *Foeniculum vulgare* / C. Garg, S. A. Khan, S. H. Ansari, A. Suman, M. Garg // *Pharmacognosy Reviews*. – 2009. – Vol. 3, No 6. – P. 346–352.
16. He W. A review of chemistry and bioactivities of a medicinal spice: *Foeniculum vulgare* / W. He, B. Huang // *Journal of Medicinal Plants Research*. – 2011. – Vol. 5, No 16. – P. 3595–3600.
17. Rather M. A. *Foeniculum vulgare*: a comprehensive review of its traditional use, phytochemistry, pharmacology, and safety / M. A. Rather, B. A. Dar, S. N. Sofi, B. A. Bhat, M. A. Qurishi // *Arabian Journal of Chemistry*. – 2012. – Vol 9.
18. Jamwal N. S. Phytochemical and pharmacological review on *Foeniculum Vulgare* / N. S. Jamwal, S. Kumar, A. C. Rana // *International Journal of Pharmaceutical Sciences*. – 2013. – Vol. 4. – P. 327–341.
19. Grover S. Botany, cultivation, chemical constituents and genetic diversity in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill): a review / S. Grover, C. P. Malik, A. Hora, H. B. Kushwaha // *International Journal of Life Sciences*. – 2013. – Vol. 2, No 2. – P. 128–139.
20. Rahimi R. Medicinal properties of *Foeniculum vulgare* Mill. in traditional Iranian medicine and modern phytotherapy / R. Rahimi, M. R. S. Ardekani // *Chinese Journal of Integrative Medicine*. – 2013. – Vol. 19, No 1. – P. 73–79.
21. Krishnamurthy K. H. Medicinal plants: Madhurikā, saunf or fennel (*Foeniculum vulgare*, Gaertn) / K. H. Krishnamurthy // *Journal of New Approaches to Medicine and Health*. – 2011. – Vol. 19, No 1. – P. 1–4.
22. Vardavas C. I. Lipid concentrations of wild edible greens in Crete / C. I. Vardavas, D. Majchrzak, K. H. Wagner, I. Elmadfa, A. Kafatos // *Food Chemistry*. – 2006. – Vol. 99, No 4. – P. 822–834.
23. Roby M. H. H. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) and chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) / M. H. H. Roby, M. A. Sarhan, K. A. Selim, K. I. Khalel // *Industrial Crops and Products*. – 2013. – Vol. 44. – P. 437–445.

24. Ghorbani A. Studies on pharmaceutical ethnobotany in the region of Turkmen Sahra, north of Iran (part 1): general results / A. Ghorbani // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2005. – Vol. 102, No 1. – P. 58–68.
25. Jabbar A. An inventory of the ethnobotanicals used as anthelmintics in the Southern Punjab (Pakistan) / A. Jabbar, M. A. Raza, Z. Iqbal, M. N. Khan // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2006. – Vol. 108, No 1. – P. 152–154.
26. Jain A. Unrecorded ethnomedicinal uses of biodiversity from Tadgarh-Raoli wildlife sanctuary / A. Jain, S. S. Katewa, P. K. Galav, A. Nag // *Acta Botanica Yunnanica*. – 2007. – Vol. 29, No 3. – P. 337–344.
27. Wyk V. B. E. A review of Khoi-San and Cape Dutch medical ethnobotany / V. B. E. Wyk // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2008. – Vol. 119, No 3. – P. 331–341.
28. Neves J. M. Ethnopharmacological notes about ancient uses of medicinal plants in Trás-os-Montes (northern of Portugal) / J. M. Neves, C. Matos, C. Moutinho, G. Queiroz, L. R. Gomes // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2009. – Vol. 124, No 2. – P. 270–283.
29. Benítez G. Pharmaceutical ethnobotany in the western part of Granada province (southern Spain): ethnopharmacological synthesis / G. Benítez, M. R. González-Tejero, J. Molero-Mesa // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2010. – Vol. 129, No 1. – P. 87–105.
30. Savo V. Folk phytotherapy of the Amalfi Coast (Campania, Southern Italy) / V. Savo, C. Giulia, G. P. Maria, R. David // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2011. – Vol. 135, No 2. – P. 376–392.
31. Oliveira S. G. D. An ethnomedicinal survey on phytotherapy with professionals and patients from Basic Care Units in the Brazilian Unified Health System / S. G. D. Oliveira, F. R. R. de Moura, F. F. Demarco, P. D. S. Nascente, F. A. B. D. Pino, R. G. Lund // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2012. – Vol. 140, No 2. – P. 428–437.
32. Guarrera P. M. Perceived health properties of wild and cultivated food plants in local and popular traditions of Italy: a review / P. M. Guarrera, V. Savo // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2013. – Vol. 146, No 3. – P. 659–680.
33. Guarrera P. M. Ethnobotanical and ethnomedicinal uses of plants in the district of Acquapendente (Latium, Central Italy) / P. M. Guarrera, G. Forti, S. Marignoli // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2005. – Vol. 96, No 3. – P. 429–444.
34. Macía M. J. An ethnobotanical survey of medicinal plants commercialized in the markets of la Paz and El Alto, Bolivia / M. J. Macía, E. García, P. J. Vidaurre // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2005. – Vol. 97, No 2. – P. 337–350.
35. Jarić S. An ethnobotanical study on the usage of wild medicinal herbs from Kopaonik Mountain (Central Serbia) / S. Jarić, Z. Popović, M. Macukanović-Jocić [et al.] // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2007. – Vol. 111, No 1. – P. 160–175.
36. Kumar M. An ethnobotanical study of medicinal plants used by the locals in Kishtwar, Jammu and Kashmir, India / M. Kumar, Y. Paul, V. K. Anand // *Ethnobotanical Leaflets*. – 2009. – Vol. 13, No 10. – P. 1240–1256.
37. Lewu F. B. Ethnomedicine in South Africa: the role of weedy species / F. B. Lewu, A. J. Afolayan // *African Journal of Biotechnology*. – 2009. – Vol. 8, No 6. – P. 929–934.
38. Mitra S. Ethnomedicinal usages of some wild plants of North Bengal plain for gastro-intestinal problems / S. Mitra, S. K. Mukherjee // *Indian Journal of Traditional Knowledge*. – 2010. – Vol. 9, No 4. – P. 705–712.
39. Alzweiri M. Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Jordan, the Northern Badia region / M. Alzweiri, A. A. Sarhan, K. Mansi, M. Hudaib, T. Aburjai // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2011. – Vol. 137, No 1. – P. 27–35.
40. Calvo M. I. Pharmaceutical ethnobotany in the Riverside of Navarra (Iberian Peninsula) / M. I. Calvo, S. Akerreta, R. Y. Cavero // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2011. – Vol. 135, No 1. – P. 22–33.
41. Mesfin A. Ethnobotanical study of antimalarial plants in Shinile District, Somali Region, Ethiopia, and in vivo evaluation of selected ones against *Plasmodium berghei* / A. Mesfin, M. Giday, A. Animut, T. Teklehaymanot // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2012. – Vol. 139, No 1. – P. 221–227.
42. Halberstein R. A. Botanical medicines for diuresis: cross-cultural comparisons / R. A. Halberstein // *Studies in Natural Products Chemistry*. – 2012. – Vol. 37. – P. 1–41.
43. Bulut G. An ethnobotanical study of medicinal plants in Turgutlu (Manisa-Turkey) / G. Bulut, E. Tuzlaci // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2013. – Vol. 149, No 3. – P. 633–647.

44. Juárez-Vázquez M. D. C. Ethnobotany of medicinal plants used in Xalpatlahuac, Guerrero, México / M. D. C. Juárez-Vázquez, C. Carranza-Álvarez, A. J. Alonso-Castro [et al.] // Journal of Ethnopharmacology. – 2013. – Vol. 148, No 2. – P. 521–527.
45. Cornara L. Traditional uses of plants in the Eastern Riviera (Liguria, Italy) / L. Cornara, A. La Rocca, S. Marsili, M. G. Mariotti // Journal of Ethnopharmacology. – 2009. – Vol. 125, No 1. – P. 16–30.
46. Sharma R. Ethnoveterinary remedies of diseases among milk yielding animals in Kathua, Jammu and Kashmir, India / R. Sharma, R. K. Manhas, R. Magotra // Journal of Ethnopharmacology. – 2012. – Vol. 141, No. 1. – P. 265–272.
47. Carrió E. Ethnobotany of medicinal plants used in Eastern Mallorca (Balearic Islands, Mediterranean Sea) / E. Carrió, J. Vallès // Journal of Ethnopharmacology. – 2012. – Vol. 141, No. 3. – P. 1021–1040.
48. Kirtikar K. R. Indian Medicinal Plants, Vol. I–IV / K. R. Kirtikar, B. D. Basu. – Bishen Singh Mahendra Pal Singh, 1991.
49. Grae I. Nature's Colors – Dyes from Plants / I. Grae. – MacMillan, New York, 1974.
50. Rasul A. Formulation development of a cream containing fennel extract: in vivo evaluation for anti-aging effects / A. Rasul, N. Akhtar, B. A. Khan, T. Mahmood, S. Uz Zaman, H. M. Shoaib Khan // Pharmazie. – 2012. – Vol. 67, No 1. – P. 54–58.

BIOLOGICAL ACTIVITY AND THERAPEUTIC POTENTIAL OF *FOENICULUM VULGARE*

Zimbittskaya G. E.¹, Subotyalov M. A.^{1,2}

¹Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia

²Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russia

E-mail: subotyalov@yandex.ru

The use of plant resources as therapeutic agents for various diseases is growing every year. Modern pharmaceuticals should be cost-effective, safe, effective and have a wide spectrum of action. Therefore, much attention is paid to the search and introduction of new sources of biologically active substances into pharmaceuticals. One of such plant resources, with a rich set of biologically active substances with high therapeutic potential, is *Foeniculum vulgare* (Common Fennel). The purpose of this review is to analyze the component composition, biological activity and therapeutic potential of *Foeniculum vulgare*. Publications included in PubMed were used in the preparation of this article. The review presents an analysis of publications devoted to the identification of biological activity, component composition, pharmacological properties and therapeutic potential of the components of the *Foeniculum vulgare*. The analysis showed that *Foeniculum vulgare* contains a wide range of biologically active substances: flavonoids, phenolic compounds, fenchol, estragole and others. Studies have demonstrated estrogenic, anti-inflammatory, antioxidant, antitumor effects. The review showed that *Foeniculum vulgare* has therapeutic potential and may be a promising raw material for the development of agents effective in various diseases. Common fennel is used as a spice and as a traditional method of treatment. All parts of the plant have high pharmacological efficiency. *Foeniculum vulgare* contains various phytochemicals such as volatile compounds, flavonoids, phenolic compounds, fatty acids and amino acids. The data obtained provide the basis for the justification of further research, and also indicate the importance and

relevance of studying biologically active substances of *Foeniculum vulgare* in various diseases.

Keywords: *Foeniculum vulgare*, Fennel ordinary, flavonoids, estragole.

References

1. Hill J. *The British Herbal: An History of Plants and Trees, Natives of Britain, Cultivated for Use, or Raised for Beauty* (London, UK, 1756).
2. Muckensturm B., Foechterlen D., Reduron J. P., Danton P., Hildenbrand M. Phytochemical and chemotaxonomic studies of *Foeniculum vulgare*, *Biochemical Systematics and Ecology*, **25(4)**, 353 (1997).
3. Kaur G. J., Arora D. S. Antibacterial and phytochemical screening of *Anethum graveolens*, *Foeniculum vulgare* and *Trachyspermum ammi*, *BMC Complementary and Alternative Medicine*, **9**, article 30 (2009).
4. Manonmani R., Abdul Khadir V. M. Antibacterial screening on *Foeniculum vulgare* Mill, *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, **2(4)**, 390 (2011).
5. Orhan I. E., Özçelik B., Kartal M., Kan Y. Antimicrobial and antiviral effects of essential oils from selected Umbelliferae and Labiatae plants and individual essential oil components, *Turkish Journal of Biology*, **36(3)**, 239 (2012).
6. Morales P., Carvalho A. M., Sánchez-Mata M. C., Cámara M., Molina M., Ferreira I. C. F. R. Tocopherol composition and antioxidant activity of Spanish wild vegetables, *Genetic Resources and Crop Evolution*, **59(5)**, 851 (2012).
7. Dua A., Garg G., Mahajan R. Polyphenols, flavonoids and antimicrobial properties of methanolic extract of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller), *European Journal of Experimental Biology*, **3(4)**, 203 (2013).
8. Malini T., Vanithakumari G., Megala N., Anusya S., Devi K., Elango V. Effect of *Foeniculum vulgare*. Mill seed extract on the genital organs of male and female rats, *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, **29(1)**, 21 (1985).
9. Ozbek H., Uğraş S., Dülger H. [et al.] Hepatoprotective effect of *Foeniculum vulgare* essential oil, *Fitoterapia*, **74(3)**, 317 (2003).
10. Oktay M., Gülçin I., Küfrevioğlu Ö. I. Determination of in vitro antioxidant activity of fennel (*Foeniculum vulgare*) seed extracts, *LWT-Food Science and Technology*, **36(2)**, 263 (2003).
11. Pradhan M., Sribhuwaneswari S., Karthikeyan D. [et al.] In-vitro cytoprotection activity of *Foeniculum vulgare* and *Helicteres isora* in cultured human blood lymphocytes and antitumour activity against B16F10 melanoma cell line, *Research Journal of Pharmacy and Technology*, **1(4)**, 450 (2008).
12. El-Soud N. A., El-Laithy N., El-Saeed G. [et al.] Antidiabetic activities of *Foeniculum vulgare* mill. Essential oil in streptozotocin-induced diabetic rats, *Macedonian Journal of Medical Sciences*, **4(2)**, 139 (2011).
13. Koppula S., Kumar H. *Foeniculum vulgare* Mill (Umbelliferae) attenuates stress and improves memory in wister rats, *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, **12(4)**, 553 (2013).
14. Barros L., Carvalho A. M., Ferreira I. C. F. R. The nutritional composition of fennel (*Foeniculum vulgare*): shoots, leaves, stems and inflorescences, *LWT: Food Science and Technology*, **43(5)**, 814 (2010).
15. Garg C., Khan S. A., Ansari S. H., Suman A., Garg M. Chemical composition, therapeutic potential and perspectives of *Foeniculum vulgare*, *Pharmacognosy Reviews*, **3(6)**, 346 (2009).
16. He W., Huang B. A review of chemistry and bioactivities of a medicinal spice: *Foeniculum vulgare*, *Journal of Medicinal Plants Research*, **5(16)**, 3595 (2011).
17. Rather M. A., Dar B. A., Sofi S. N., Bhat B. A., Qurishi M. A. *Foeniculum vulgare*: a comprehensive review of its traditional use, phytochemistry, pharmacology, and safety, *Arabian Journal of Chemistry*, **9** (2012).
18. Jamwal N. S., Kumar S., Rana A. C. Phytochemical and pharmacological review on *Foeniculum Vulgare*, *International Journal of Pharmaceutical Sciences*, **4**, 327 (2013).
19. Grover S., Malik C. P., Hora A., Kushwaha H. B. Botany, cultivation, chemical constituents and genetic diversity in fennel (*Foeniculum vulgare* Mill): a review, *International Journal of Life Sciences*, **2(2)**, 128 (2013).

20. Rahimi R., Ardekani M. R. S. Medicinal properties of *Foeniculum vulgare* Mill. in traditional Iranian medicine and modern phytotherapy, *Chinese Journal of Integrative Medicine*, **19(1)**, 73 (2013).
21. Krishnamurthy K. H. Medicinal plants: Madhurikā, saunf or fennel (*Foeniculum vulgare*, Gaertn), *Journal of New Approaches to Medicine and Health*, **19(1)**, 1 (2011).
22. Vardavas C. I., Majchrzak D., Wagner K. H., Elmadfa I., Kafatos A. Lipid concentrations of wild edible greens in Crete, *Food Chemistry*, **99(4)**, 822 (2006).
23. Roby M. H. H., Sarhan M. A., Selim K. A., Khalel K. I. Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* L.) and chamomile (*Matricaria chamomilla* L.), *Industrial Crops and Products*, **44**, 437 (2013).
24. Ghorbani A. Studies on pharmaceutical ethnobotany in the region of Turkmen Sahra, north of Iran (part 1): general results, *Journal of Ethnopharmacology*, **102(1)**, 58 (2005).
25. Jabbar A., Raza M. A., Iqbal Z., Khan M. N. An inventory of the ethnobotanicals used as anthelmintics in the Southern Punjab (Pakistan), *Journal of Ethnopharmacology*, **108(1)**, 152 (2006).
26. Jain A., Katewa S. S., Galav P. K., Nag A. Unrecorded ethnomedicinal uses of biodiversity from Tadgarh-Raoli wildlife sanctuary, *Acta Botanica Yunnanica*, **29(3)**, 337 (2007).
27. Wyk V. B. E. A review of Khoi-San and Cape Dutch medical ethnobotany, *Journal of Ethnopharmacology*, **119(3)**, 331 (2008).
28. Neves J. M., Matos C., Moutinho C., Queiroz G., Gomes L. R. Ethnopharmacological notes about ancient uses of medicinal plants in Trás-os-Montes (northern of Portugal), *Journal of Ethnopharmacology*, **124(2)**, 270 (2009).
29. Benítez G., González-Tejero M. R., Molero-Mesa J. Pharmaceutical ethnobotany in the western part of Granada province (southern Spain): ethnopharmacological synthesis, *Journal of Ethnopharmacology*, **129(1)**, 87 (2010).
30. Savo V., Giulia C., Maria G. P., David R. Folk phytotherapy of the Amalfi Coast (Campania, Southern Italy), *Journal of Ethnopharmacology*, **135(2)**, 376 (2011).
31. Oliveira S. G. D., de Moura F. R. R., Demarco F. F., Nascente P. D. S., Pino F. A. B. D., Lund R. G. An ethnomedicinal survey on phytotherapy with professionals and patients from Basic Care Units in the Brazilian Unified Health System, *Journal of Ethnopharmacology*, **140(2)**, 428 (2012).
32. Guarrera P. M., Savo V. Perceived health properties of wild and cultivated food plants in local and popular traditions of Italy: a review, *Journal of Ethnopharmacology*, **146(3)**, 659 (2013).
33. Guarrera P. M., Forti G., Marignoli S. Ethnobotanical and ethnomedicinal uses of plants in the district of Acquapendente (Latium, Central Italy), *Journal of Ethnopharmacology*, **96(3)**, 429 (2005).
34. Macía M. J., García E., Vidaurre P. J. An ethnobotanical survey of medicinal plants commercialized in the markets of la Paz and El Alto, Bolivia, *Journal of Ethnopharmacology*, **97(2)**, 337 (2005).
35. Jarić S., Popović Z., Macukanović-Jocić M. [et al.] An ethnobotanical study on the usage of wild medicinal herbs from Kopaonik Mountain (Central Serbia), *Journal of Ethnopharmacology*, **111(1)**, 160 (2007).
36. Kumar M., Paul Y., Anand V. K. An ethnobotanical study of medicinal plants used by the locals in Kishtwar, Jammu and Kashmir, India, *Ethnobotanical Leaflets*, **13(10)**, 1240 (2009).
37. Lewu F. B., Afolayan A. J. Ethnomedicine in South Africa: the role of weedy species, *African Journal of Biotechnology*, **8(6)**, 929 (2009).
38. Mitra S., Mukherjee S. K. Ethnomedicinal usages of some wild plants of North Bengal plain for gastrointestinal problems, *Indian Journal of Traditional Knowledge*, **9(4)**, 705 (2010).
39. Alzweiri M., Sarhan A. A., Mansi K., Hudaib M., Aburjai T. Ethnopharmacological survey of medicinal herbs in Jordan, the Northern Badia region, *Journal of Ethnopharmacology*, **137(1)**, 27 (2011).
40. Calvo M. I., Akerreta S., Cavero R. Y. Pharmaceutical ethnobotany in the Riverside of Navarra (Iberian Peninsula), *Journal of Ethnopharmacology*, **135(1)**, 22 (2011).
41. Mesfin A., Giday M., Animut A., Teklehaymanot T. Ethnobotanical study of antimalarial plants in Shinile District, Somali Region, Ethiopia, and in vivo evaluation of selected ones against *Plasmodium berghei*, *Journal of Ethnopharmacology*, **139(1)**, 221 (2012).
42. Halberstein R. A. Botanical medicines for diuresis: cross-cultural comparisons, *Studies in Natural Products Chemistry*, **37**, 1 (2012).
43. Bulut G., Tuzlaci E. An ethnobotanical study of medicinal plants in Turgutlu (Manisa-Turkey), *Journal of Ethnopharmacology*, **149(3)**, 633 (2013).

44. Juárez-Vázquez M. D. C., Carranza-Álvarez C., Alonso-Castro A. J. [et al.] Ethnobotany of medicinal plants used in Xalpatlahuac, Guerrero, México, *Journal of Ethnopharmacology*, **148(2)**, 521 (2013).
45. Cornara L., La Rocca A., Marsili S., Mariotti M. G. Traditional uses of plants in the Eastern Riviera (Liguria, Italy), *Journal of Ethnopharmacology*, **125(1)**, 16 (2009).
46. Sharma R., Manhas R. K., Magotra R. Ethnoveterinary remedies of diseases among milk yielding animals in Kathua, Jammu and Kashmir, India, *Journal of Ethnopharmacology*, **141(1)**, 265 (2012).
47. Carrió E., Vallès J. Ethnobotany of medicinal plants used in Eastern Mallorca (Balearic Islands, Mediterranean Sea), *Journal of Ethnopharmacology*, **141(3)**, 1021 (2012).
48. Kirtikar K. R., Basu B. D. *Indian Medicinal Plants, Vol. I-IV* (Bishen Singh Mahendra Pal Singh, 1991).
49. Grae I. *Nature's Colors – Dyes from Plants* (MacMillan, New York, 1974).
50. Rasul A., Akhtar N., Khan B. A., Mahmood T., Uz Zaman S., Shoaib Khan H. M. Formulation development of a cream containing fennel extract: in vivo evaluation for anti-aging effects, *Pharmazie*, **67(1)**, 54 (2012).