

**УДК 615.322**

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ *ASPARAGUS RACEMOSUS***

*Зимбитцкая Г. Е.<sup>1</sup>, Козлова А. П.<sup>1</sup>, Суботьялов М. А.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*Новосибирский государственный педагогический университет, Новосибирск, Россия*

<sup>2</sup>*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет,  
Новосибирск, Россия*

*E-mail: subotyalov@yandex.ru*

В обзоре представлен анализ публикаций, посвященных выявлению биологической активности и компонентного состава растения *Asparagus racemosus*. При подготовке настоящей публикации использовались статьи в изданиях, включенных в международные и отечественные базы данных PubMed и Elibrary (РИНЦ). Проведенный анализ показал, что в составе *Asparagus racemosus* присутствует широкий спектр биологически активных веществ: флавоноиды, стероидные сапонины, эфирные масла, макро- и микроэлементы и другие. В исследованиях были продемонстрированы антиоксидантный, противоопухолевый, эстрогенный, иммуномодулирующий, противомикробный, антидиабетический и другие эффекты. Обзор показал, что *Asparagus racemosus* обладает терапевтическим потенциалом и может быть перспективным видом сырья для разработки средств, эффективных при различных заболеваниях.

**Ключевые слова:** *Asparagus racemosus*, биологическая активность, компонентный состав, растительные ресурсы, фармакогнозия.

### **ВВЕДЕНИЕ**

В медицинской практике постоянно существует необходимость в новых лекарственных средствах. Современные фармацевтические препараты должны быть экономически выгодны, безопасны, эффективны и обладать широким спектром действия. Поэтому большое внимание уделяется поискам и введению в фармацевтику новых источников биологически активных веществ. Таким перспективным источником среди растений может являться *Asparagus racemosus*.

*Asparagus racemosus* (Спаржа кистевидная) – лекарственное растение, широко применяемое в восточной медицине. О ее медицинском использовании сообщается в индийской и британской фармакопеях, а также в традиционных системах медицины, таких как аюрведическая [1].

Ряд работ, проведенных зарубежными авторами, по изучению влияния биологически активных веществ, входящих в состав *A. racemosus*, на функциональные системы организма и компонентному составу *A. racemosus*, подтверждают высокие потенциальные возможности этого растения для создания новых фармацевтических средств.

Однако данные исследования довольно разрозненные и интегральных научных обзоров на русском языке по ним нет. Поэтому в данной работе была поставлена

**цель:** проанализировать исследования компонентного состава и биологической активности *A. racemosus*.

При подготовке настоящей публикации использовались статьи в изданиях, включенных в PubMed и Elibrary (РИНЦ). Глубина поиска публикаций составила 15 лет, также в обзор был включен ряд более ранних работ, соответствующих теме исследования. Для отбора публикаций были выбраны статьи, отвечающие требованиям рандомизированных клинических исследований.

### **1. БОТАНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ТРАДИЦИОННОЙ МЕДИЦИНЕ *A. RACEMOSUS***

Род Спаржа включает в себя около 300 видов по всему миру и считается важным с медицинской точки зрения из-за присутствия стероидных сапонинов и сапогенинов в различных частях растения. Из 22 видов спаржи, зарегистрированных в Индии, спаржа кистевидная наиболее часто используется в традиционной медицине [1].

*A. racemosus* принадлежит к семейству Лилейные и обычно выращивается в тропических и субтропических частях Индии, включая Гималаи. Также встречается в некоторых частях Шри-Ланки, Индонезии, Австралии и тропической Африки [2]. Представляет собой лиану высотой 1–2 м, цветущий полукустарник с множеством мясистых клубневидных корней [3].

У *A. racemosus* маленькие белые цветы и узкие зеленые листья, похожие на сосновые иглы, филлоклады и круглые плоды – красные или синевато-черные ягоды, которые появляются в начале декабря. Ягоды содержат большое количество алкалоидов, являются ядовитыми, и поэтому не пригодны для употребления в пищу. *A. racemosus* имеет очень развитую корневую систему, вглубь уходящую до одного метра от растения.

На протяжении веков растение использовали в различных медицинских целях, главным образом для восстановительного воздействия на женские репродуктивные органы [4]. Лекарственные свойства *A. racemosus* описаны в индийских и британских фармакопеях и традиционной медицине [5]. В аюрведической медицине данное растение описывают как предотвращающее старение, которое увеличивает продолжительность жизни, обеспечивает защиту от внешних патогенных факторов и улучшает умственные функции [2].

Данное растение может оказывать положительное влияние на работу практически всех органов и систем органов у человека [6]. *A. racemosus* также используется для повышения жизненных сил и фертильности [7].

В аюрведической медицине корни считаются желудочным, тонизирующим средством, афродизиаком и вяжущим средством для кишечника. Их используют для лечения дизентерии, опухоли, воспаления, желчнокаменной болезни, болезней крови и глаз, ревматизма и болезней нервной системы. В персидско-арабской медицине Юнани корни используют для лечения заболеваний почек и печени. Наряду с другими терапевтическими применениями, аюрведическая фармакопея Индии указывает на использование клубневого корня при подагре, послеродовых заболеваниях, нарушениях молочнокислого обмена и гематурии. Его используют

как общеукрепляющее средство, так и средство для женской репродуктивной системы [4].

В зарубежных странах *A. racemosus* применяют в лечении заболеваний желудочно-кишечного тракта, в частности язвы желудка, что выражается в ускорении восстановления поврежденной слизистой оболочки органа и увеличении образования защитной слизи [8], растение препятствует камнеобразованию в почках, обладает выраженным противоопухолевым потенциалом и антидепрессивными свойствами [9], и даже может быть использовано для профилактики осложнений сахарного диабета [10].

## 2. КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ *A. RACEMOSUS*

Проведенный анализ *A. racemosus* показал, что во всех частях растения содержится большое количество биологически активных веществ, более 50 органических соединений [11].

*A. racemosus* содержит множество вторичных метаболитов, включая производные дигидрофенантрена, фурановые соединения, стероиды, флавоноиды (кемпферол, кверцетин и рутин) и эфирные масла. Однако главными компонентами *A. racemosus* являются стероидные сапонины, известные как шатаварины, которые обуславливают биологическую активность растения [12].

Также растение содержит в своем составе иммунозид [13]; полициклический алкалоид – аспаргамин А [14]; изофлавоны, рацемозол, [15,16]; полисахариды, слизи [17], гамма-линоленовые кислоты, витамины А, В1, В2, С, Е [18, 19]. Цветки и плоды содержат кверцетин, рутин и гиперозид [20]. В корнях и листьях обнаружены микроэлементы – цинк, марганец, медь, кобальт, железо, а также кальций, магний, калий, натрий, цинк и литий [21] (табл.1).

**Таблица 1**

**Микро- и микроэлементный состав *A. Racemosus* [22]**

№ п/п	Микроэлемент	Корень (мг/кг)	Листья (мг/кг)
1	Цинк	4,0±0,2 до 148,0±1,2	53,0±0,2 до 165,0±3,2
2	Медь	14,0±0,1 до 23,0±0,3	15,0±0,6 до 34,0±0,5
3	Марганец	5,0±1,4 до 62,0±2,5	14,0±0,4 до 84,0±0,7
4	Железо	211,0±0,5 до 1493,0±0,2	505,0±0,2 до 2040,0±0,3
5	Кобальт	84,0±0,3 до 122,0±1,5	85,0±0,3 до 88,0±0,2
6	Натрий	199,0±0,5 до 490,0±20	127,0±0,6 до 745,0±0,3
7	Калий	2652,0±0,4 до 13260,0±3,5	5460,0±0,2 до 10842,0±2,5
8	Кальций	961,0±0,6 до 2115,0±3,2	1346,0±0,3 до 6153,0±1,6
9	Литий	18,0±0,2 до 58,0±3,8	28,0±0,6 до 48,0±1,6

### 3. БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ *A. RACEMOSUS*

#### 3.1. Фитоэстрогенная активность

*A. racemosus* уже давно используют в качестве лекарственного растения для женского здоровья [23], но эмпирические данные о его эффективности остаются ограниченными. Известно, что растение содержит в своем составе фитоэстрогенные соединения, которые способны связываться с рецепторами эстрадиола, способствуя ускорению его перехода в эстрол, влияют на синтез прогестерона.

Наиболее важными для здоровья человека фитоэстрогенами являются те, которые отличаются от структур, встречающихся в природе у млекопитающих; содержатся в растениях, потребляемых человеком; биодоступны и способны связываться с E2R человека [24]. Таким образом, изофлавоны генистеин и даидзеин, куместан куместрол, лигнаны энтеролактон и энтеродиол, флавонолы кверцетин, кемпферол, рутин и ресвератрол представляют собой наиболее распространенные формы фитоэстрогенов у человека [24, 25]. Исследования *in silico* показали, что фитоэстрогены, полученные из *A. racemosus*, включая рутин, кемпферол, генистеин, даидзеин и кверцетин, связываются с E2R с большей аффинностью, чем селективный контрольный модулятор рецепторов эстрогена базедоксифен [26].

Введение *A. racemosus* у крыс вызывает проэстрогенные изменения в молочных железах и половых органах [27]. *A. racemosus* также проявляет галактогенную активность. В плацебо-контролируемом исследовании, в ходе которого кормящим матерям в течение 30 дней вводили порошок корня растения в дозе 60 мг/кг/сут, системные концентрации пролактина повышались в 3 раза. Также прием *A. racemosus* способствовал увеличению веса младенцев [28]. Однако механизм, с помощью которого *A. racemosus* увеличивает концентрацию пролактина в сыворотке, неизвестен.

Потенциал эстрогеноподобных эффектов *A. racemosus* имеет значение как для здоровья мышц, так и для костей после менопаузы, поскольку известно, что у женщин дефицит эстрогенов в постменопаузе может способствовать возрастному снижению мышечной силы и функции (саркопения) [29].

Корень *A. racemosus* обладает выраженным лактогонным эффектом [30]. Экстракт порошка корня данного растения считается очень эффективным для усиления секреции молока во время лактации [31].

#### 3.2 Антиоксидантная активность

*A. racemosus* продемонстрировал значительный антиоксидантный потенциал во время клинических испытаний на экспериментальных животных. Было проведено исследование, направленное на изучение потенциала метанольного экстракта корней *A. racemosus* против вызванного каиновой кислотой повреждения гиппокампа и полосатых нейронов у мышей. В головном мозге животных были вызваны поражения внутригиппокампальными и внутривентрикулярными инъекциями каината мышам, находящимся под наркозом. После инъекции было обнаружено снижение активности глутатионпероксидазы и пониженное содержание глутатиона. В результате был сделан вывод, что растительный экстракт *A. racemosus* играет роль

антиоксиданта, ослабляя окислительные повреждения, вызванные свободными радикалами [32].

*Kamat J. P. и Devasagayam T.* изучали влияние *A. racemosus* на повреждение митохондриальной мембраны клеток печени крыс, вызванное образующимися свободными радикалами. Перекисное окисление липидов оценивали по образованию веществ, реагирующих с тиобарбитуровой кислотой, и гидроперекисей липидов. Было показано, что экстракт *A. racemosus* обладает антиоксидантным действием, обеспечивая защиту от перекисного окисления липидов, окисления белков и снижения уровня протеинтиолов и антиоксидантного фермента супероксиддисмутазы. Было обнаружено, что очищенная водная фракция, состоящая из полисахаридов, является мощным антиоксидантом по сравнению с сырым экстрактом. Очищенная фракция была более эффективна в борьбе с перекисным окислением липидов, тогда как антиоксидантный эффект сырого экстракта был более эффективным в ингибировании окисления белка [33].

Аналогичное исследование показало, что усиление антиоксидантной защиты связано со значительным увеличением ферментов супероксиддисмутазы, каталазы и аскорбиновой кислоты и значительным снижением перекисного окисления липидов при использовании экстракта корня *A. racemosus* [34].

### 3.3. Иммуномодулирующее действие

*A. racemosus* продемонстрировал значительное воздействие на иммунную систему. Исследования проводились на самцах мышей-альбиносов в возрасте 28 дней. Животным вводили *per os* охратоксин в дозе 1,5 мг/кг и спиртовой экстракт растения (100 мг/кг). Контрольная группа получала только дистиллированную воду. Было установлено повышение уровня фактора некроза опухоли и  $\text{IL-1}$  макрофагами у мышей, получавших экстракт по сравнению с контрольной группой [35]. Иммуномодулирующие эффекты также проявлялись у мышей с опухолью, принимавших циклофосфамид, который вызывал снижение общего количества лейкоцитов, количества тромбоцитов и титров антител к НА/НЛ у мышей, тогда как *A. racemosus* повышал титр антител и количество лейкоцитов [36].

Водный экстракт корней *A. racemosus* продемонстрировал иммуномодулирующий эффект у мышей. Было обнаружено, что пероральная доза экстракта в 100 мг/кг на массу тела мышей вызывала модуляцию иммунитета  $\text{Th1/Th2}$  [37].

### 3.4. Противоопухолевая активность

Водный экстракт корней *A. racemosus* может быть эффективным для предотвращения гепатоканцерогенеза. *Datta G. K.* с соавторами показали, что иммуногистохимическое окрашивание печеночных тканей крыс выявило наличие скоплений клеток, экспрессирующих мутированный белок p53, тогда как водный экстракт корней спаржи кистевидной предотвращал возникновение гепатоканцерогенеза [38].

Известно, что экстракт корня оказывает защитное действие при раке молочной железы. Стероидные компоненты *A. racemosus* были исследованы на предмет

апоптотической активности и, как было установлено, обладают способностью вызывать гибель опухолевых клеток [39].

Противоопухолевая активность шатаваринов, которые были выделены из корней *A. racemosus*, была оценена методом МТТ-анализа с использованием клеточных линий МСF-7 (рак молочной железы человека), НТ-29 (аденокарцинома толстой кишки человека) и А-498 (карцинома почки человека) и экспериментальной модели асцитоскарциномы Эрлиха *in vivo*. Результаты экспериментов показали, что экстракт (содержащий шатаварин IV) обладает мощной противоопухолевой активностью [40].

### 3.5. Противомикробное действие

Неочищенный метанольный экстракт корней *A. racemosus* показал *in vitro* антибактериальную активность против *Escherichia coli*, *Shigella dysenteriae*, *Shigella sonnei*, *Shigella flexneri*, *Vibrio cholerae*, *Salmonella typhi*, *Salmonella typhimurium*, *Pseudomonas putida*, *Bacillus subtilis* и золотистого стафилококка в концентрации 150 мкг/мл [41]. Экстракты, полученные из корней, также проявляли противогрибковую активность в отношении *Malassezia furfur* и *M. globosa* [42].

В другом исследовании было показано, что *A. racemosus* может оказывать влияние на грамположительные (*B. subtilis*, *S. Aureus*) и грамотрицательные бактерии (*E coli*, *Pseudomonas*), а также дрожжи *Candida* и может быть эффективен при лечении бактериальных заболеваний [43].

### 3.6. Противодиабетическое действие

Для профилактики и коррекции сахарного диабета с давних времен применялись многочисленные лекарственные растения, которые действуют комплексно и не вызывают осложнений по сравнению с синтетическими средствами. Их противодиабетический потенциал обусловлен присутствием определенных неорганических минералов (например, Ca, Zn, K, Cr), которые участвуют в высвобождении инсулина из  $\beta$ -клеток островков Лангерганса и помогают поддерживать нормальную толерантность к глюкозе [44]. Исследования демонстрируют присутствие многочисленных минералов в экстракте *A. racemosus*, из которых кальций является наиболее важным для секреции инсулина [45].

### 3.7. Другие эффекты

Водный экстракт *A. racemosus* проявлял мочегонную активность без какой-либо острой токсичности [46].

Dhingra D. и Kumar V. В своей работе показали, что *A. racemosus* проявляет антидепрессивную активность, которую оценивали у мышей с помощью теста на подвешивание хвоста и теста на принудительное плавание. Метаноловый экстракт значительно уменьшал периоды иммобилизации при обоих тестах, что указывало на значительную антидепрессивную активность. Эффективность экстрактов была сопоставима с флуоксетином и имипрамином, которые использовали в качестве препаратов сравнения в исследовании [47].

*A. racemosus* может оказывать противосудорожный эффект. Противосудорожную активность оценивали с использованием различных экстрактов при судорогах, вызванных на моделях крыс максимальным электрошоком и пентилентетразолом. В проведенном тесте метаноловый экстракт продемонстрировал значительный противосудорожный эффект, который был выявлен на основании наблюдения за уменьшением продолжительности разгибания задних конечностей, а также продолжительности приступообразной фазы [48].

Также *A. racemosus* оказывает гепатопротекторный [49], антидиарейный [50], противокашлевый [51], кардиопротекторный [52], антидепрессивный [53], ноотропный [54], противовоспалительный [55, 56], противовоспалительный [57], гиполипидемический [23], ранозаживляющий [58] эффекты.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

*A. racemosus* используется в качестве лекарственного растения, но практические данные о его эффективности остаются ограниченными. Стероидные сапонины считаются основными биологически активными компонентами корня растения. Эти сапонины известны как шатаварины I–IV и представляют собой гликозиды сарсапогенина. Корень *A. racemosus* также содержит другие известные химические компоненты, в том числе рацемозиды, рацемозол, рацеомофан и аспарагамин А.

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

### Список литературы

1. Bopana N. Asparagus racemosus-ethnopharmacological evaluation and conservation needs / N. Bopana, S. Saxena // J Ethnopharmacol. – 2007. – Vol. 110, No 1. – P. 1–15.
2. Alok S. Plant profile, phytochemistry and pharmacology of Asparagus racemosus (Shatavari): a review / S. Alok, S.K. Jain, A. Verma, M. Kumar, A. Mahor, M. Sabharwal // Asian. Pac. J. Trop. Dis. – 2013. – No 3. – P. 242–251.
3. Sairam K. Gastroduodenal ulcer protective activity of Asparagus racemosus: an experimental, biochemical and histological study / K. Sairam, S. Priyambada, N.C. Aryya, R.K. Goel // J. Ethnopharmacol. – 2003. – No 86. – P. 1–10.
4. Chauhan S. Medicinal plant wealth of India, a comprehensive review of selected species / S. Chauhan, R. Singh, Y. Gokhale, G. lhouvum, A.R Basu. – The Energy and Resources Institute (TERI), 2011.
5. Mandal S.C. Antitussive effect of Asparagus racemosus root against sulfur dioxide-induced cough in mice / S.C. Mandal, C.K.A. Kumar, L.S. Mohana [et al.] // Fitoterapia. – 2000. – No 71. – P. 686–689.
6. Sharma M. Ethnopharmacological importance of Asparagus racemosus: a review / M. Sharma, A. Sharma, A. Kumar // J. Pharm. Biomed. Sci. – 2011. – P. 41–52.
7. Ramachandran V. Hypoglycemic, antioxidant and hypolipidemic activity of Asparagus racemosus on streptozotocin-induced diabetic in rats / V. Ramachandran, D. Mandal, U. Payyavala [et al.] // Adv. Appl. Sci. Res. – 2011. – No 2. – P. 179–185.
8. Dalvi S. S. Effect of Asparagus racemosus (Shatavari) on gastric emptying time in normal healthy volunteers / S. S. Dalvi, P. M. Nadkarni, K. C. Gupta // J. Postgrad. Med. – 1990. – Vol. 36, No 2. – P. 91–94.
9. Singh G. K. Antidepressant activity of Asparagus racemosus in rodent models / G. K. Singh, D. Garabadu, A. V. Muruganandam, V. K. Joshi, S. Krishnamurthy // Pharmacol. Biochem. Behav. – 2009. – Vol. 91, No 3. – P. 283–290.

10. Hannan J. M. Antihyperglycaemic activity of *Asparagus racemosus* roots is partly mediated by inhibition of carbohydrate digestion and absorption, and enhancement of cellular insulin action / J.M. Hannan, L. Ali, J. Khaleque, M. Akhter, P.R. Flatt, Y.H. Abdel-Wahab // *Br. J. Nutr.* – 2012. – Vol. 107, No 9. – P. 1316–1323.
11. Mandal S.C. Antitussive effect of *Asparagus racemosus* root against sulfur dioxide-induced cough in mice / S. C. Mandal, C. K. A. Kumar, L. S. Mohana [et al.] // *Fitoterapia.* – 2000. – No 71. – P. 686–689.
12. Hussain A. A Review on Pharmacological and Phytochemical Profile of *Asparagus racemosus* Wild / A. Hussain, M.P. Ahmad, S. Wahab, H.M. Sarfaraj, M. Ali // *Pharmacologyonline.* – 2011. – No 3. – P. 1353–1364.
13. Kundu M. Standardization profiles of roots of *Asparagus racemosus* wild / M. Kundu, R. Mazumder, M. Kushwaha, G. K. M. Chakraborty // *Pharmacologyonline.* – 2011. – No. 3. – P. 587–592.
14. Hayes P. Y. Asparinins, asparosides, curillins, curillosides and shavatarins: structural clarification with the isolation of shatavarin V, a new steroidal saponin from the root of *Asparagus racemosus* / P. Y. Hayes, A. H. Jahidin, R. Lehmann, K. Penman, W. Kitching, J. J. De Voss // *Tetrahedron. Lett.* – 2006. – No 47. – P. 8683–8687.
15. Penumajji S. Extraction and optimization of molecular marker compounds from *Asparagus racemosus* using HPLC with ELS detector / S. Penumajji, V. Bobbarala, K. C. Naidu // *J. Pharma. Res.* – 2010. – No 3. – P. 159–162.
16. Thakur M. Characterization and in vitro immunomodulatory screening of fructo-oligosaccharides of *Asparagus racemosus* Wild / M. Thakur, P. Connellan, M.A. Deseo, C. Morris, W. Praznik, R. Loeppert, V. Dixit // *Int. J. Biol. Macromol.* – 2011. – No. 50. – P. 77–81 (2011).
17. Mandal D. Steroidal saponins from the fruits of *Asparagus racemosus* / D. Mandal, S. Banerjee, N. B. Mondal, A. K. Chakravarty, N. P. Sahu // *Phytochemistry.* – 2006. – No 67. – P. 1316–1321.
18. Bose S. Comparative study of Antioxidant Activity of Herbal Drugs and their Formulations using *Asparagus racemosus* and *Centella asiatica* / S. Bose, S. Show, M. Hazra, T. Sarkar // *Am. J. Pharm. Tech. Res.* – 2012. – No 2. – P. 391–398.
19. Sabde S. Anti-HIV activity of Indian medicinal plants / S. Sabde, H.S. Bodiwala, A. Karmase, P. J. Deshpande, A. Kaur, N. Ahmed, S.K. Chautha, K.G. Brahmhatt, R. U. Phadke, D. Mitra, K. K. Bhutani, I. P. Singh // *J. Nat. Med.* – 2011. – No 65. – P. 662–669.
20. Kumeta Y. Chemical analysis reveals the botanical origin of shatavari products and confirms the absence of alkaloid asparagine A in *Asparagus racemosus* / Y. Kumeta, T. Maruyama, D. Wakana, H. Kamakura, Y. Goda // *J. Nat. Med.* – 2012. – No 67. – P. 1–6.
21. Sharma P. A unique immuno-stimulant steroidal saponin acid from the roots of *Asparagus racemosus* / P. Sharma, P. S. Chauhan, P. Dutt, M. Amina, K. A. Suri, B. D. Gupta, O. P. Suri, K. L. Dhar, D. Sharma, V. Gupta // *Steroids.* – 2011. – No 76. – P. 358–364.
22. Singla R. Shatavari (*Asparagus racemosus* Wild): A review on its cultivation, morphology, phytochemistry and pharmacological importance / R. Singla, V. Jaitak // *Int. J. Pharm. Sci. Res.* – 2014. – Vol. 5, No 3. – P. 742–757.
23. Singh R. *Asparagus racemosus*: A Review on Its Phytochemical and Therapeutic Potential / R. Singh // *Nat. Prod. Res.* – 2016. – No 30. – P. 1896–1908.
24. Dixon R. A. Phytoestrogens / R. A. Dixon // *Annu. Rev. Plant Biol.* – 2004. – No 55. – P. 225–261.
25. Bacciottini L. Phytoestrogens: Food or Drug? / L. Bacciottini, A. Falchetti, B. Pampaloni, E. Bartolini, A. M. Carossino, M. L. Brandi // *Clin. Cases. Miner. Bone. Metab.* – 2007. – No 4. – P. 123–130.
26. Sharma R. *Asparagus racemosus* (Shatavari) Targeting Estrogen Receptor  $\alpha$ : – An in-Vitro and in-Silico Mechanistic Study / R. Sharma, V. Jaitak // *Nat. Prod. Res.* – 2020. – No 34. – P. 1571–1574.
27. Pandey S.K. Effect of *Asparagus racemosus* Rhizome (Shatavari) on Mammary Gland and Genital Organs of Pregnant Rat / S.K. Pandey, A. Sahay, R.S. Pandey, Y.B. Tripathi // *Phytother. Res. PTR.* – 2005. – No 19. – P. 721–724.
28. Gupta M. A Double-Blind Randomized Clinical Trial for Evaluation of Galactagogue Activity of *Asparagus racemosus* Wild / M. Gupta, B. Shaw // *Iran. J. Pharm. Res. IJPR.* – 2011. – No 10. – P. 167–172.
29. O'Leary M. F. Shatavari Supplementation in Postmenopausal Women Improves Handgrip Strength and Increases Vastus lateralis Myosin Regulatory Light Chain Phosphorylation but Does Not Alter Markers of



- Bone Turnover / M. F. O'Leary, S. R. Jackman, V. R. Sabou, M. I. Campbell, J. C. Y. Tang, J. Dutton, J. L. Bowtell // *Nutrients*. – 2021. – Vol. 13, No 12. – P. 4282.
30. Jakobi J. M. Voluntary Muscle Activation Varies with Age and Muscle Group / J. M. Jakobi, C. L. Rice // *J. Appl. Physiol.* – 2002. – No 93. – P. 457–462.
  31. Santosh K. Effect of Shatavari (*Asparagus racemosus*) on milk production and Immunomodulation in Karan Fries crossbred cows / K. Santosh, K. Mehla // *Ind. J Trad Knowl.* – 2014. – Vol 13, No 2. – P. 404–408.
  32. Singh S. K. Evaluation of the efficacy and safety of Menosan in post-menopausal symptoms. A short-term pilot study, S. / S. K. Singh, K. Kulkarni // *Obs. Gyn. Today.* – 2002. – No 12. – P. 727.
  33. Kamat J.P. Methylene blue plus light-induced lipid peroxidation in rat liver microsomes:inhibition by nicotinamide (vitamin B3) and otherantioxidants / J. P. Kamat, T. Devasagayam // *Chem. Biol. Interact.* – 1996. – No 99. – P. 1–16.
  34. Bhatnagar M. Antiulcer andantioxidant activity of *Asparagus racemosus* Wild and *Withania somnifera* Dunal in rats / M. Bhatnagar, S. S. Sisodia, R. Bhatnagar // *Ann. N. Y. Acad. Sci.* – 2005. – No 1056. – P. 261–278.
  35. Dhuley J. Effect of some Indian herbs on macrophage functions in ochratoxin A treated mice / J. Dhuley // *Journal of ethnopharmacology.* – 1997. – Vol. 58, No 1. – P. 15–20.
  36. Diwanay S. Immunoprotection by botanical drugs in cancer chemotherapy / S. Diwanay, D. Chitre, B. Patwardhan // *Journal of ethnopharmacology.* – 2004. – Vol. 90, No 1. – P. 49–55.
  37. Gautam M. Im-munomodulatory activity of *Asparagus racemosus* on systemic Th1/Th2 immunity: Implications for immunoadjuvant potential / M. Gautam, S. Saha, S. Bani, A. Kaul, S. Mishra, D. Patil, N. Satti, K. Suri, S. Gairola, K. Suresh // *Journal of ethnopharmacology.* – 2009. – Vol. 121, No 2. – P. 241–247.
  38. Datta G. K. Antiulcerogenic activity of Satavari mandur an Ayurvedic herbo-mineral preparation / G. K. Datta, K. Sairam, S. Priyambada, P. K. Debnath, R. K. Goel // *Ind. J. Exp. B.* – 2002. – Vol. 40, No 10. – P. 1173–1177.
  39. Bhutani K. K. Apoptosis inducing activity of steroidal constituents from *Solanum xanthocarpum* and *Asparagus racemosus* / K. K. Bhutani, A. T. Paul, W. Fayad, S. Linder // *Phytomedicine.* – 2010. – Vol. 17, No 10. – P. 789–793.
  40. Mitra S. K. Shatavarins (containing Shatavarin IV) with anticancer activity from the roots of *Asparagus racemosus* / S. K. Mitra, N. S. Prakash, R. Sundaram // *Indian J. Pharmacol.* – 2012. – No 44. – P. 732–736.
  41. Mandal S. C. Evaluation of antibacterial activity of *Asparagus racemosus* Wild / S. C. Mandal, A. Nandy, M. Pal, B. P. Saha // *Root. Phytother Res.* – 2000. – No 14. – P. 118–119.
  42. Onlom C. In vitro anti-Malassezia activity and potential use in anti-dandruff formulation of *Asparagus racemosus* / C. Onlom, S. Khanthawong, N. Waranuch, K. Ingkaninan // *Int. J. Cosmet. Sci.* – 2014. – No 36. – P. 74–78.
  43. Patel L. S. Antimicrobial activity of *A. racemosus* wild from leaf extracts – a medicinal plant / I. S. Patel, R. S. Patel // *Int. J. Sci. Res. Publ.* – 2013. – No. 3. – P. 1–3.
  44. Aizman R. I. The mechanisms of plant rhizome *Curcuma longa* action on carbohydrate metabolism in alloxan-induced diabetes mellitus rats / R. I. Aizman, G. A. Koroshchenko, A. P. Gaidarova, S. N. Lukanina, M. A. Subotyalov // *Am. J. Biomed. Sci. Res.* – 2015. – Vol. 3, No 1. – P. 1–5.
  45. Hannan J. Insulin secretory actions of extracts of *Asparagus racemosus* root in perfused pancreas, isolated islets and clonal pancreatic beta-cells / J. Hannan, L. Marenah, L. Ali, B. Rokeya, P. R. Flatt, Y. H. Abdel-Wahab // *J. Endocrinol.* – 2007. – Vol. 192, No 1. – P. 159–168.
  46. Kumar M. C. S. Acute toxicity and diuretic studies of the roots of *Asparagus racemosus* wild in rats / M. C. S. Kumar, A. Udupa, K. Sammodavardhana, U. Rathnakar, U. Shvetha, G. Kodancha // *West. Indian. Med. J.* – 2010. – No 59. – P. 3–5.
  47. Singh N. Adaptogenic property of *Asparagus racemosus*: Future trends and prospects / N. Singh, M. Garg, P. Prajapati, P. Singh, R. Chopra, A. Kumari, A. Mittal // *Heliyon.* – 2023. – Vol. 9, No 4. – P. 1–16.
  48. Alalpure S. Antiepileptic effect of *Asparagus racemosus* root extracts / S. Alalpure, V. Bagewadi, I. Shaikh // *J. Trop. Med. Plants.* – 2009. – No 10. – P. 157–161.
  49. Rahiman O. Hepatoprotective Activity of *Asparagus Racemosus* Root on Liver Damage Caused by Paracetamol in Rats / O. Rahiman, M. R. Kumar, T. T. Mani, K. M. Niyas, B. S. Kumar, P. Phaneendra, B. Surendra // *Indian J. Novel. Drug. Delivery.* – 2011. – No 3. – P. 112–117.

50. Venkatesan N. Anti-diarrheal potential of *Asparagus racemosus* wild root extracts in laboratory animals / N. Venkatesan, V. Thiyagarajan, S. Narayanan, A. Arul, S. Raja, S. Gurusamy // *J. Pharm. Pharm. Sci.* – 2005. – No 8. – P. 39–46.
51. Mandal S. C. Antitussive effect of *Asparagus racemosus* root against sulfur dioxide-induced cough in mice / S. C. Mandal, C. K. A. Kumar, L. S. Mohana, S. Sinha, T. Murugesan, B. Saha, M. Pal // *Fitoterapia.* – 2000. – No 71. – P. 686–689.
52. Visavadiya N. P. *Asparagus* root regulates cholesterol metabolism and improves antioxidant status in hypercholesteremic rats / N. P. Visavadiya, A. Narasimhacharya // *Evid. Based Complement. Alter. Medicine.* – 2009. – No 6. – P. 219–226.
53. Dhingra D. Pharmacological evaluation for antidepressant like activity of *Asparagus racemosus* wild in mice / D. Dhingra, V. Kumar // *Pharmacology online.* – 2007. – No 3. – P. 133–152.
54. Ojha R. *Asparagus racemosus* enhances memory and protects against amnesia in rodent models / R. Ojha, A. N. Sahu, A. Muruganandam, G.K. Singh, S. Krishnamurthy // *Brain and cognition.* – 2010. – Vol. 74, No 1. – P. 1–9.
55. Sen S. Plants and phytochemicals for peptic ulcer: An overview / S. Sen, R. Chakraborty, B. De, J. Mazumder // *Pharmacognosy reviews.* – 2009. – Vol. 3, No 6. – P. 270.
56. Sairam K. Gastroduodenal ulcer protective activity of *Asparagus racemosus*: an experimental, biochemical and histological study / K. Sairam, S. Priyambada, N. Aryya, R. Goel // *J. ethnopharm.* – 2003. – Vol. 86, No 1. – P. 1–10.
57. Kanwar A. S. Effects of *Chlorophytum arundinaceum*, *Asparagus adscendens* and *Asparagus racemosus* on pro-inflammatory cytokine and corticosterone levels produced by stress / A. S. Kanwar, K. K. Bhutani // *Phytother. Res.* – 2010. – Vol. 24, No 10. – P. 1562–1566.
58. Kumar S. Wound healing profile of *Asparagus racemosus* (Liliaceae) Wild / S. Kumar, R. Rajput, V. Patil, A. Udupa, S. Gupta, U. Rathnakar, S. Rao, D. Benegal, A. Benegal, H. Shu-bha // *Current Pharma Research.* – 2011. – Vol. 1, No 2. – P. 111–114.

## **BIOLOGICAL ACTIVITY AND COMPONENT COMPOSITION OF *ASPARAGUS RACEMOSUS***

*Zimbitskaya G. E.<sup>1</sup>, Kozlova A. P.<sup>1</sup>, Subotyalov M. A.<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup>*Novosibirsk State Pedagogical University, Novosibirsk, Russia*

<sup>2</sup>*Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia*

*E-mail: subotyalov@yandex.ru*

The review presents an analysis of publications devoted to the identification of the biological activity and component composition of the plant *Asparagus racemosus*.

This plant belongs to the Lily family and is usually grown in tropical and subtropical parts of India, including the Himalayas. It is also found in parts of Sri Lanka, Indonesia, Australia and tropical Africa. It is a liana 1–2 m high, a flowering semi-shrub with many fleshy tuberous roots.

For centuries, the plant has been used for various medical purposes, mainly for restorative effects on female reproductive organs. Medicinal properties of *A. racemosus* are described in Indian and British pharmacopoeias and traditional medicine. In Ayurvedic medicine, this plant is described as preventing aging, which increases life expectancy, provides protection from external pathogenic factors and improves mental functions. This plant can have a positive effect on the work of almost all organs and organ systems in humans. *A. racemosus* is also used to increase vitality and fertility.

In Ayurvedic medicine, roots are considered a gastric, tonic, aphrodisiac and astringent for the intestines. They are used to treat dysentery, tumors, inflammation, cholelithiasis, blood and eye diseases, rheumatism and diseases of the nervous system. In Persian-Arabic medicine, Yunani roots are used to treat kidney and liver diseases. Along with other therapeutic applications, the Ayurvedic Pharmacopoeia of India indicates the use of tuberous root for gout, postpartum diseases, lactic acid metabolism disorders and hematuria. It is used as a general tonic and a remedy for the female reproductive system.

A number of works carried out by foreign authors on the study of the effect of biologically active substances included in *A. racemosus* on the functional systems of the body and the component composition of *A. racemosus* confirm the high potential of this plant for the creation of new pharmaceutical products.

However, these studies are rather scattered and there are no integral scientific reviews in Russian on them. Therefore, in this work, the goal was set: to analyze studies of the chemical component composition and biologically active properties of *A. racemosus*.

The analysis of *A. racemosus* showed that all parts of the plant contain a large amount of biologically active substances, more than 50 organic compounds. *A. racemosus* contains many secondary metabolites, including dihydrophenanthrene derivatives, furan compounds, steroids, flavonoids (kaempferol, quercetin and rutin) and essential oils. However, the main components of *A. racemosus* are steroid saponins, known as shatavarins, which cause numerous biological activity of the plant.

The plant also contains an immunoside, a polycyclic alkaloid – aspargamin A, isoflavones, racemosol, polysaccharides, mucus, gamma-linolenic acids, vitamins A, B1, B2, C, E. Flowers and fruits contain quercetin, rutin and hyperoside. Trace elements – zinc, manganese, copper, cobalt, iron, as well as calcium, magnesium, potassium, sodium, zinc and lithium - were found in the roots and leaves.

The studies demonstrated antioxidant, antitumor, phytoestrogenic, immunomodulatory, antimicrobial, antidiabetic, diuretic, antiepileptic, hepatoprotective, antidiarrheal, antitussive, cardioprotective, antidepressant, nootropic, anti-ulcer, anti-inflammatory, hypocholesterolemic, wound healing effects. The review showed that *A. racemosus* has therapeutic potential and can be a promising type of raw material for the development of drugs effective in various diseases.

In preparing this publication, articles in publications included in PubMed were used. The depth of the search for publications was 15 years, and a number of earlier works corresponding to the research topic were also included in the review. Articles that meet the requirements of randomized clinical trials were selected for the selection of publications.

**Keywords:** *Asparagus racemosus*, biological activity, component composition, plant resources, pharmacognosy.

#### References

1. Bopana N., Saxena S. *Asparagus racemosus*-ethnopharmacological evaluation and conservation needs, *J Ethnopharmacol*, **110**(1), 1 (2007).
2. Alok S., Jain S. K., Verma A., Kumar M., Mahor A., Sabharwal M. Plant profile, phytochemistry and pharmacology of *Asparagus racemosus* (Shatavari): a review, *Asian. Pac. J. Trop. Dis.*, **3**, 242 (2013).

3. Sairam K., Priyambada S., Aryya N. C., Goel R. K. Gastroduodenal ulcer protective activity of *Asparagus racemosus*: an experimental, biochemical and histological study, *J. Ethnopharmacol.*, **86**, 1 (2003).
4. Chauhan S., Singh R., Gokhale Y., Ihouvum G., Basu A. R. *Medicinal plant wealth of India, a comprehensive review of selected species* (The Energy and Resources Institute (TERI), 2011).
5. Mandal S. C., Kumar C. K. A., Mohana L. S., et al. Antitussive effect of *Asparagus racemosus* root against sulfur dioxide-induced cough in mice, *Fitoterapia*, **71**, 686 (2000).
6. Sharma M., Sharma A., Kumar A. Ethnopharmacological importance of *Asparagus racemosus*: a review, *J. Pharm. Biomed. Sci.*, 41 (2011).
7. Ramachandran V., Mandal D., Payyavala U., et al. Hypoglycemic, antioxidant and hypolipidemic activity of *Asparagus racemosus* on streptozotocin-induced diabetic in rats, *Adv. Appl. Sci. Res.*, **2**, 179 (2011).
8. Dalvi S. S., Nadkarni P. M., Gupta K. C. Effect of *Asparagus racemosus* (Shatavari) on gastric emptying time in normal healthy volunteers, *J. Postgrad. Med.*, **36(2)**, 91 (1990).
9. Singh G. K., Garabadu D., Muruganandam A. V., Joshi V. K., Krishnamurthy S. Antidepressant activity of *Asparagus racemosus* in rodent models, *Pharmacol. Biochem. Behav.*, **91(3)**, 283 (2009).
10. Hannan J. M., Ali L., Khaleque J., Akhter M., Flatt P. R., Abdel-Wahab Y.H. Antihyperglycaemic activity of *Asparagus racemosus* roots is partly mediated by inhibition of carbohydrate digestion and absorption, and enhancement of cellular insulin action, *Br. J. Nutr.*, **107(9)**, 1316 (2012).
11. Mandal S. C., Kumar C. K. A., Mohana L.S., et al. Antitussive effect of *Asparagus racemosus* root against sulfur dioxide-induced cough in mice, *Fitoterapia*, **71**, 686 (2000).
12. Hussain A., Ahmad M. P., Wahab S., Sarfaraj H. M., Ali M. A Review on Pharmacological and Phytochemical Profile of *Asparagus racemosus* Wild, *Pharmacologyonline*, **3**, 1353 (2011).
13. Kundu M., Mazumder R., Kushwaha M., Chakraborty G. K. M. Standardization profiles of roots of *Asparagus racemosus* wild, *Pharmacologyonline*, **3**, 587 (2011).
14. Hayes P. Y., Jahidin A. H., Lehmann R., Penman K., Kitching W., De Voss J. J. Asparinins, asparosides, curillins, curillosides and shavatarins: structural clarification with the isolation of shatavarin V, a new steroidal saponin from the root of *Asparagus racemosus*, *Tetrahedron. Lett.*, **47**, 8683 (2006).
15. Penumajji S., Bobbarala V., Naidu K. C. Extraction and optimization of molecular marker compounds from *Asparagus racemosus* using HPLC with ELS detector, *J. Pharma. Res.*, **3**, 159 (2010).
16. Thakur M., Connellan P., Deseo M. A., Morris C., Praznik W., Loeppert R., Dixit V. Characterization and in vitro immunomodulatory screening of fructo-oligosaccharides of *Asparagus racemosus* Wild, *Int. J. Biol. Macromol.*, **50**, 77 (2011).
17. Mandal D., Banerjee S., Mondal N. B., Chakravarty A. K., Sahu N. P. Steroidal saponins from the fruits of *Asparagus racemosus*, *Phytochemistry*, **67**, 1316 (2006).
18. Bose S., Show S., Hazra M., Sarkar T. Comparative study of Antioxidant Activity of Herbal Drugs and their Formulations using *Asparagus racemosus* and *Centella asiatica*, *Am. J. Pharm. Tech. Res.*, **2**, 391 (2012).
19. Sabde S., Bodiwala H.S., Karmase A., Deshpande P.J., Kaur A., Ahmed N., Chauthe S. K., Brahmabhatt K.G., Phadke R.U., Mitra D., Bhutani K.K. Singh I.P. Anti-HIV activity of Indian medicinal plants, *J. Nat. Med.*, **65**, 662 (2011).
20. Kumeta Y., Maruyama T., Wakana D., Kamakura H., Goda Y. Chemical analysis reveals the botanical origin of shatavari products and confirms the absence of alkaloid asparagamine A in *Asparagus racemosus*, *J. Nat. Med.*, **67**, 1 (2012).
21. Sharma P., Chauhan P.S., Dutt P., Amina M., Suri K.A., Gupta B.D., Suri O.P., Dhar K.L., Sharma D., Gupta V. A unique immuno-stimulant steroidal sapogenin acid from the roots of *Asparagus racemosus*, *Steroids*, **76**, 358 (2011).
22. Singla R., Jaitak V. Shatavari (*Asparagus racemosus* Wild): A review on its cultivation, morphology, phytochemistry and pharmacological importance, *Int. J. Pharm. Sci. Res.*, **5(3)**, 742 (2014).
23. Singh R. *Asparagus racemosus*: A Review on Its Phytochemical and Therapeutic Potential, *Nat. Prod. Res.*, **30**, 1896 (2016).
24. Dixon R. A. Phytoestrogens, *Annu. Rev. Plant Biol.*, **55**, 225 (2004).
25. Bacciottini L., Falchetti A., Pampaloni B., Bartolini E., Carossino A. M., Brandi M. L. Phytoestrogens: Food or Drug? *Clin. Cases. Miner. Bone. Metab.*, **4**, 123 (2007).
26. Sharma R., Jaitak V. *Asparagus racemosus* (Shatavari) Targeting Estrogen Receptor  $\alpha$ : – An in-Vitro and in-Silico Mechanistic Study, *Nat. Prod. Res.*, **34**, 1571 (2020).

27. Pandey S. K., Sahay A., Pandey R. S., Tripathi Y. B. Effect of *Asparagus racemosus* Rhizome (Shatavari) on Mammary Gland and Genital Organs of Pregnant Rat, *Phytother. Res. PTR.*, **19**, 721 (2005).
28. Gupta M., Shaw B. A Double-Blind Randomized Clinical Trial for Evaluation of Galactogogue Activity of *Asparagus racemosus* Wild, *Iran. J. Pharm. Res. IJPR.* **10**, 167 (2011).
29. O'Leary M. F., Jackman S. R., Sabou V. R., Campbell M. I., Tang J. C. Y., Dutton J., Bowtell J. L. Shatavari Supplementation in Postmenopausal Women Improves Handgrip Strength and Increases Vastus lateralis Myosin Regulatory Light Chain Phosphorylation but Does Not Alter Markers of Bone Turnover, *Nutrients*, **13(12)**, 4282 (2021).
30. Jakobi J. M., Rice C. L. Voluntary Muscle Activation Varies with Age and Muscle Group, *J. Appl. Physiol.*, **93**, 457 (2002).
31. Santosh K., Mehla K. Effect of Shatavari (*Asparagus racemosus*) on milk production and Immunomodulation in Karan Fries crossbred cows, *Ind. J Trad Knowl.*, **13(2)**, 404 (2014).
32. Singh S. K., Kulkarni K. Evaluation of the efficacy and safety of Menosan in post-menopausal symptoms. A short-term pilot study, *S. Obs. Gyn. Today*, **12**, 727 (2002)
33. Kamat J. P., Devasagayam T. Methylene blue plus light-induced lipid peroxidation in rat liver microsomes:inhibition by nicotinamide (vitamin B3) and otherantioxidants, *Chem. Biol. Interact.*, **99**, 1 (1996).
34. Bhatnagar M., Sisodia S. S., Bhatnagar R. Antiulcer andantioxidant activity of *Asparagus racemosus* Wild and *Withania somnifera* Dunal in rats, *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **1056**, 261 (2005).
35. Dhuley J. Effect of some Indian herbs on macrophage functions in ochratoxin A treated mice, *Journal of ethnopharmacology*, **58(1)**, 15 (1997).
36. Diwanay S., Chitre D., Patwardhan B. Immunoprotection by botanical drugs in cancer chemotherapy, *Journal of ethnopharmacology*, **90(1)**, 49 (2004).
37. Gautam M., Saha S., Bani S., Kaul A., Mishra S., Patil D., Satti N., Suri K., Gairola S., Suresh K. Immunomodulatory activity of *Asparagus racemosus* on systemic Th1/Th2 immunity: Implications for immunoadjuvant potential, *Journal of ethnopharmacology*, **121(2)**, 241 (2009).
38. Datta G. K., Sairam K., Priyambada S., Debnath P. K., Goel R. K. Antiulcerogenic activity of Satavari mandur an Ayurvedic herbo-mineral preparation, *Ind. J. Exp. B.*, **40(10)**, 1173 (2002).
39. Bhutani K. K., Paul A. T., Fayad W., Linder S. Apoptosis inducing activity of steroidal constituents from *Solanum xanthocarpum* and *Asparagus racemosus*, *Phytomedicine*, **17(10)**, 789 (2010).
40. Mitra S.K., Prakash N.S., Sundaram R. Shatavarins (containing Shatavarin IV) with anticancer activity from the roots of *Asparagus racemosus*, *Indian J. Pharmacol.*, **44**, 732 (2012).
41. Mandal S. C., Nandy A., Pal M., Saha B. P. Evaluation of antibacterial activity of *Asparagus racemosus* Wild, *Root. Phytother Res.*, **14**, 118 (2000).
42. Onlom C., Khanthawong S., Waranuch N., Ingkaninan K. In vitro anti-Malassezia activity and potential use in anti-dandruff formulation of *Asparagus racemosus*, *Int. J. Cosmet. Sci.* **36**, 74 (2014).
43. Patel L. S., Patel R. S. Antimicrobial activity of A. racemosus wild from leaf extracts – a medicinal plant, *Int. J. Sci. Res. Publ.*, **3**, 1 (2013).
44. Aizman R. I., Koroshchenko G. A., Gaidarova A. P., Lukanina S. N., Subotyalov M. A. The mechanisms of plant rhizome *Curcuma longa* action on carbohydrate metabolism in alloxan-induced diabetes mellitus rats, *Am. J. Biomed. Sci. Res.*, **3(1)**, 1 (2015).
45. Hannan J., Marenah L., Ali L., Rokeya B., Flatt P. R., Abdel-Wahab Y. H. Insulin secretory actions of extracts of *Asparagus racemosus* root in perfused pancreas, isolated islets and clonal pancreatic beta-cells, *J. Endocrinol.*, **192(1)**, 159 (2007).
46. Kumar M. C. S., Udupa A., Sammodavardhana K., Rathnakar U., Shvetha U., Kodancha G. Acute toxicity and diuretic studies of the roots of *Asparagus racemosus* wild in rats, *West. Indian. Med. J.* **59**, 3 (2010).
47. Singh N., Garg M., Prajapati P., Singh P., Chopra R., Kumari A., Mittal A. Adaptogenic property of *Asparagus racemosus*: Future trends and prospects, *Heliyon*, **9 (4)**, 1 (2023).
48. Alalpure S., Bagewadi V., Shaikh I. Antiepileptic effect of *Asparagus racemosus* root extracts, *J. Trop. Med. Plants*, **10**, 157 (2009).
49. Rahiman O., Kumar M. R., Mani T. T., Niyas K. M., Kumar B. S., Phaneendra P., Surendra B. Hepatoprotective Activity of *Asparagus Racemosus* Root on Liver Damage Caused by Paracetamol in Rats, *Indian J. Novel. Drug. Delivery*, **3**, 112 (2011).

50. Venkatesan N., Thiyagarajan V., Narayanan S., Arul A., Raja S., Gurusamy S. Anti-diarrheal potential of *Asparagus racemosus* wild root extracts in laboratory animals, *J. Pharm. Pharm. Sci.*, **8**, 39 (2005).
51. Mandal S. C., Kumar C. K. A., Mohana L. S., Sinha S., Murugesan T., Saha B., Pal M. Antitussive effect of *Asparagus racemosus* root against sulfur dioxide-induced cough in mice, *Fitoterapia*, **71**, 686 (2000).
52. Visavadiya N. P., Narasimhacharya A. *Asparagus* root regulates cholesterol metabolism and improves antioxidant status in hypercholesteremic rats, *Evid. Based Complement. Alter. Medicine*, **6**, 219 (2009).
53. Dhingra D., Kumar V. Pharmacological evaluation for antidepressant like activity of *Asparagus racemosus* wild in mice, *Pharmacology online*, **3**, 133 (2007).
54. Ojha R., Sahu A. N., Muruganandam A., Singh G. K., Krishnamurthy S. *Asparagus racemosus* enhances memory and protects against amnesia in rodent models, *Brain and cognition.*, **74(1)**, 1 (2010).
55. Sen S., Chakraborty R., De B., Mazumder J. Plants and phytochemicals for peptic ulcer: An overview, *Pharmacognosy reviews*, **3(6)**, 270 (2009).
56. Sairam K., Priyambada S., Aryya N., Goel R. Gastroduodenal ulcer protective activity of *Asparagus racemosus*: an experimental, biochemical and histological study, *J. ethnopharm.*, **86(1)**, 1 (2003).
57. Kanwar A. S., Bhutani K. K. Effects of *Chlorophytum arundinaceum*, *Asparagus adscendens* and *Asparagus racemosus* on pro-inflammatory cytokine and corticosterone levels produced by stress, *Phytother. Res.*, **24(10)**, 1562 (2010).
58. Kumar S., Rajput R., Patil V., Udupa A., Gupta S., Rathnakar U., Rao S., Benegal D., Benegal A., Shubha H. Wound healing profile of *Asparagus racemosus* (Liliaceae) Wild, *Current Pharma Research*, **1(2)**, 111 (2011).