

**ПАЖИТНИК ГРЕЧЕСКИЙ (*TRIGONELLA FOENUM GRAECUM L.*) КАК
ИСТОЧНИК ШИРОКОГО СПЕКТРА БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ**

Е.Д. Плечищик, Л.В. Гончарова, Е.В. Спиридович, В.Н. Решетников

ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», Минск, Республика Беларусь

К началу XXI века значительно возрасла потребность медицины в использовании лекарственных растений и лекарственных препаратов на их основе. Расширение ассортимента новых безопасных и эффективных фитопрепаратов, обладающих комплексной органопротекторной активностью и доступных по цене многим слоям населения, является социально и экономически важным направлением на мировом фармацевтическом рынке. Все это определяет потребность в лекарственном растительном сырье.

Одним из направлений поиска новых растительных источников биологически активных соединений является изучение возможности выращивания в Беларуси некоторых видов растений, которые в других странах занимают большие площади и широко используются для пищевых и лекарственных целей. Такой подход обеспечивает надежную сырьевую базу и позволяет рационально сохранить ресурсы многих дикорастущих исчезающих растений

Пажитник греческий (*Trigonella foenum graecum L.*) - представитель семейства *Fabaceae*, известное лекарственное растение, которое в культуре дает устойчивые урожаи семян. Имеет другие названия: пажитник сенной, фенугрек, гуньба, шамбала, греческое сено. Родина пажитника греческого - восточная часть Средиземноморья, Малая Азия. Данное растение получило признание во всем мире и активно возделывается во многих странах (таблица 1) [1]. В бывшем СССР культура пажитника греческого была развита в Армении и Азербайджане, в СНГ широко культивируется в Украине и Киргизии [1].

Таблица 1 - Распространение пажитника греческого по континентам

Континенты	Страны
Европа	Австрия, Франция, Германия, Греция, Португалия, Россия, Беларусь, Испания, Швейцария, Турция, Англия
Африка	Египет, Эфиопия, Кения, Марокко, Судан, Танзания, Тунис
Азия	Китай, Индия, Иран, Израиль, Япония, Ливан, Пакистан
Южная Америка	Аргентина
Северная Америка	Канада, США
Австралия	Австралия

На территории Беларуси в Горецкой сельскохозяйственной академии проводится изучение перспективных для условий Беларуси сортов пажитника греческого (Ovari 4, Ovari Gold, Ciadoncha, H-26, Ghahkamon) [2]. С 2006 года сорт пажитника греческого Ovari 4 успешно выращивается в ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси». На сегодняшний день в коллекции пряно-ароматических и лекарственных растений ботанического сада содержатся 2 сорта пажитника греческого (Ovari Gold, Ovari 4) и линия PSZ.G.SZ, любезно предоставленные коллегами кафедры лекарственных и ароматических растений Западно-Венгерского Университета [3]. Начаты работы по исследованию особенностей роста и развития культуры, оценке продуктивности различных сортов пажитника с последующей разработкой практических рекомендаций по технологии возделывания данной культуры для хозяйственного и фармакологического использования.

Семена пажитника греческого содержат комплекс биологически активных

соединений: стероидные сапонины, полисахариды, флавоноиды, жирное масло, каротиноиды и алкалоиды. Данная культура также имеет кормовое значение и является перспективным, но до последнего времени недостаточно изученным и малоиспользуемым резервом увеличения производства кормов и растительного белка в Беларуси. Известно об агротехническом значении пажитника в повышении плодородия почв в связи со способностью этого растения образовывать азотфиксирующие клубеньки.

Биологическое описание культуры. Пажитник греческий (*Trigonella foenum-graecum* L.) – однолетнее травянистое растение семейства *Fabaceae*. Оно имеет прямые, реже приподнимающиеся ветвистые полые стебли, достигающие 70 см высотой. Листья тройчатые; пластинка листочков яйцевидной или яйцевидно-продолговатой формы с неравнозубчатым краем; основание листочка округло-клиновидное; верхушка выямчатая. Цвет верхней стороны листочка – темно-зеленый, нижней – серо-зеленый. Жилкование перистокрабежное. Листорасположение очередное.



Рисунок 1 - Пажитник греческий (*Trigonella foenum-graecum* L.)

Листочки слабо опушенные, с ясно выраженным черешком. Стебель четырехугольный, матовый, гладкий, светло-зеленый. Главный корень стержневой, конический, гладкий, светло-коричневый, сильно ветвистый. Цветки сидячие, по 1-2 в пазухах листьев, чашечка образует короткую трубочку. Венчик бледно-желтый, длиной 15 мм. Плод – боб, 7-12 см длиной с сильно вытянутым носиком, содержит до 15 желто-коричневых многогранных ромбовидной или почти кубической формы семян. Семена в зрелом состоянии буровато-желтые, продолговатые, длиной до 5 мм и шириной около 2 мм, твердые. На узкой стороне семени находится рубчик, от которого тянется складка, внедряющаяся между семядолями и согнутым корешком [1, 4].

Биохимический состав. Пажитник греческий с древних времен применялся в Индийской и Китайской медицине. Его семена использовались индийскими брахманами в ворожбе, а также для бальзамирования мумий. В Древнем Египте пажитник применяли для облегчения родов и усиления лактации [5].

Как лекарственное растение *Trigonella foenum-graecum* L. включено в ряд европейских и других фармакопей. По литературным данным, в семенах данной культуры содержится 45-60% углеводов (в основном, галактоманнаны), 6-10% липидов, 20-30% белков (богатые метионином, аргинином, аланином, глицином, но бедные лизином), 5-6% стероидных сапонинов, 2-3% алкалоидов, 4-гидроксиизолейцин, а также эфирные масла, витамины А, С, В, Р, каротины, минеральные вещества и др. [6].

В семенах и листьях пажитника греческого разными исследователями было обнаружено большое количество биологически активных веществ, некоторые из которых представлены в таблице 2 [6].

Лекарственным сырьем служат семена пажитника греческого, однако, свежие листья также применяются в медицинских целях. В таблице 3 приведены сравнительные данные по содержанию некоторых биологически активных веществ в семенах и листьях пажитника греческого [6].

Таблица 2 - Биологически активные соединения пажитника греческого.

Группа соединений	Индивидуальное вещество
Полисахариды	Галактоманнаны (состоящие из галактозы и маннозы в соотношении 1:1)
Стероидные сапогенины	Диосгенин, ямогенин, тигогенин, неотигогенин, смилагенин, сарсапогенин
Дегидроксистероидные сапогенины (минорные сапогенины)	Юккагенин, гитогенин, неогитогенин
Спиростановые сапонины	Грекунин В, С, D, E, G
Алкалоиды	Тригонеллин (метилбетаинпроизводное никотиновой кислоты)
Флавоноиды	Дигидрокверцетин, витексин, ориентин, гесперидин, вицетин, рутин
Кумарины	Скополетин, умбеллиферон
Оксикоричные кислоты	Кислота хлорогеновая, кислота кофейная, кислота неохлорогеновая
Фенолокислоты	Кислота салициловая, кислота галловая

Таблица 3 - Химический состав свежих листьев и семян пажитника греческого (на 100 г сырого веса).

Компоненты	Листья	Семена
Белки	4,4 г	30 г
Жиры	1,0 г	7,5 г
Волокна	1,0 г	50 г
Сапонины	-	2 г
Тригонеллин	-	380 мг
Ca	395 мг	160 мг
Mg	67 мг	160 мг
P	51 мг	370 мг
Fe	16,5 мг	14 мг
Na	76 мг	19 мг
K	31 мг	530 мг
Cu	0,26 мг	33 мг
S	167 мг	16 мг
Cl	165 мг	165 мг
Mn	-	1,5 г
Zn	-	7,0 мг
Cr	-	0,1 мг
Холин	1,35 г	50 мг
Витамин С	52 мг	43 мг
Каротиноиды	2,3 мг	96 мкг
Тиамин	40 мг	340 мкг
Рибофлавин	310 мкг	290 мкг
Никотиновая кислота	800 мкг	1,1 мг

Фолеевая кислота	-	84 мкг
------------------	---	--------

Особого внимания заслуживают три биологически активные соединения пажитника греческого: стероидные сапонины (в частности, диосгенин), галактоманнаны и 4-гидроксиизолейцин, которые, по мнению многих исследователей, обладают широким спектром биологического действия [7-12].

Стероидные сапонины. Сапонины – исторически сложившееся название большой группы соединений гликозидной природы, обладающих способностью при растворении в воде образовывать стойкую пену [7]. Сапонины состоят из липофильного агликона, имеющего стероидную (ряда спиростана и фуростана) или, в большинстве случаев, тритерпеноидную структуру, присоединенного к гидрофильной молекуле сахара. Сапонины, извлеченные из семян пажитника греческого, являются производными фуростанового ряда. Примерно 57% сапонинов в кишечном тракте гидролизуются до сапогенинов (сапонины, лишённые молекулы сахара). Пажитник греческий – важный источник стероидных сапогенинов, а в частности, диосгенина (рисунок 2), который является предшественником гормонов, таких как тестостерон, прогестерон, глюкокортикоиды.

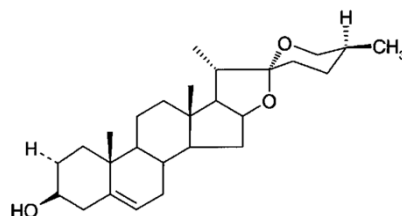


Рисунок 2 - Структурная формула диосгенина

В последние годы возник интерес к стероидным сапонином, изучение которых ведется в нескольких направлениях. С одной стороны, эти соединения используются для синтеза гормональных препаратов в фармацевтической промышленности. С другой – возрастает интерес к стероидным сапонином, как веществам, обладающим широким спектром биологического действия на живые организмы. Благодаря способности стероидных сапонинов образовывать комплексы со стеринами они обладают гемолитической, гипохолестеролемической, противоопухолевой, фунгицидной, антимикробной и другими видами биологической активности. Стероидные сапонины нашли широкое применение в медицине для профилактики и лечения атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний [8].

В настоящий момент отечественная фармацевтическая промышленность испытывает острый дефицит в лекарственном растительном сырье, содержащем стероидные сапонины. Основными поставщиками сырья для промышленного производства диосгенина является Мексика, страны Центральной Америки, Индия и Китай, где для массовой заготовки используются различные виды диоскореи, паслена и пажитника. В нашей стране отсутствие исходного сырья для медицинской промышленности восполняется за счет импортируемого диосгенина.

Галактоманнаны. Галактоманнаны — группа гетерополисахаридов, молекулы которых состоят из остатков галактозы и маннозы в разных соотношениях, при этом манноза образует скелет с присоединенными боковыми остатками галактозы (рисунок 3). По назначению представляют собой запасные углеводы, составляющие основную часть эндосперма семян некоторых растений семейства бобовых.

Галактоманнаны пажитника греческого состоят из галактозы и маннозы в соотношении 1:1, что обуславливает гидрофильность молекулы вследствие большого содержания гидроксильных групп, образующих водородные связи [9]. Таким образом, вода удерживается внутри полисахаридного матрикса.

Галактоманнаны широко применяются в пищевой промышленности как стабилизаторы, загустители и желирующие агенты (список пищевых добавок E400-E499)

в производстве майонеза, соусов, молочных продуктов, мороженого, желе, мясных изделий, в хлебопечении, кондитерском производстве [10]. Поскольку организм человека не содержит пищеварительных соков и кишечных культур, разлагающих галактоманнаны, они выводятся из кишечника в неизменном виде, тем самым, оказывая диетическое действие («углеводные пищевые волокна»).

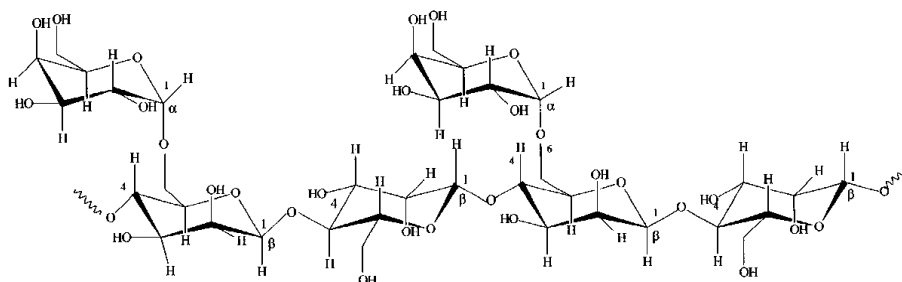


Рисунок 3 - Структурная формула галактоманнана

4-гидроксиизолейцин. 4-гидроксиизолейцин – свободная аминокислота, обладающая инсулиноподобными и антидиабетическими свойствами [11]. В семенах пажитника она составляет примерно 80% от общего количества свободных аминокислот (рисунок 3). По мнению ученых, за процесс гидроксилирования изолейцина в 4-гидроксиизолейцин в растительных тканях отвечает цитохром P450 [11].

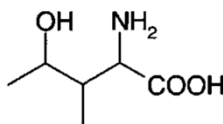


Рисунок 3 - Структурная формула 4-гидроксиизолейцина

Аминокислота присутствует в виде двух диастереоизомеров. Мажорный изомер обладает 2S, 3R, 4S конфигурацией и составляет примерно 90% от общего количества 4-гидроксиизолейцина пажитника греческого, минорный - 2R, 3R, 4S конфигурацией. Как показали исследования, мажорный изомер обладает антидиабетическим эффектом, регулируя секрецию инсулина поджелудочной железой [12].

Многие исследователи антидиабетическое действие пажитника греческого приписывают системному действию галактоманнанов и 4-гидроксиизолейцина.

Антидиабетические свойства пажитника греческого. Количество людей, страдающих сахарным диабетом, быстро увеличивается во всем мире. Сахарный диабет бывает двух типов: диабет типа I (или инсулин-зависимый) и диабет типа II (инсулин-независимый). Препараты, изготовленные из пажитника греческого, с успехом используются для поддержки при лечении диабета типа II [5, 6, 11-17, 19, 20]. Это обусловлено системным действием биологически активных веществ пажитника греческого.

Как было доказано многочисленными исследованиями, соблюдение больными диеты, богатой растительными волокнами снижает уровень глюкозы в крови. Растворимые пищевые волокна (такие как гуаровая камедь, бетаглюкан и галактоманнаны) более эффективны в лечении диабета, чем нерастворимые (целлюлоза и гемицеллюлоза) [13, 14]. Исследования, проводимые с участием людей, показали, что пажитник греческий уменьшает уровень глюкозы в крови после приема пищи как у людей, страдающих сахарным диабетом, так и у здоровых людей [15]. Галактоманнаны, полученные из целых и обезжиренных семян пажитника, уменьшали уровень глюкозы параллельно с сокращением ответа инсулина после принятия пищи; напротив, семена, лишенные галактоманнанов, не влияли на гликемический ответ [16]. Эффект уменьшения уровня глюкозы после принятия пищи наблюдался у пациентов, страдающих инсулин-независимым диабетом, когда 15 г молотых семян пажитника греческого были добавлены в ежедневный рацион питания [13]. Учеными было проведено исследование: двум

группам людей (по 30 человек), страдающим инсулин-независимым диабетом, была предписана диета (белки:жиры:углеводы = 20:20:60) в течение 24 недель. Одна группа людей соблюдала предписанную диету и употребляла порошок семян пажитника греческого (25 г в день), вторая группа порошок не употребляла. Результаты этого исследования показали, что диета, которая в своем составе содержала семена пажитника, эффективно уменьшала уровень глюкозы в крови [19].

Механизмы, посредством которых диетические пищевые волокна приводят к улучшению гомеостаза глюкозы у людей, страдающих диабетом, возможно, связаны с присоединением молекул сахара к галактоманнанам, и дальнейшим уменьшением их всасывания в желудочно-кишечном тракте, сопровождаемое снижением уровня глюкозы в крови и изменением секреции инсулина [15]. Помимо гликемического контроля, такая диета позволяет предотвратить осложнения, вызванные сахарным диабетом, в частности сердечно-сосудистые заболевания.

Гликемический эффект пажитника греческого обуславливается не только галактоманнанами, но и свободной аминокислотой - 4-гидроксиизолейцином, присутствующей в большом количестве в семенах пажитника греческого [11, 12]. Исследования, проводимые на животных, показали, что 4-гидроксиизолейцин непосредственно вызывает стимуляцию бета клеток поджелудочной железы [11]. Таким образом, белковая фракция пажитника греческого содержит биологически активные компоненты, которые могут быть использованы как для профилактики, так и для лечения диабета.

Гипохолестеролемические свойства пажитника греческого. Сердечно-сосудистые заболевания занимают первое место среди причин смертности в мире. Доказано, что с чрезмерным образованием или избыточным поступлением холестерина в организм человека возникает риск развития заболеваний сердца и сосудов. Чаще всего избыток холестерина связывают с такими серьезными заболеваниями как атеросклероз, а также с его последствиями: ишемическая болезнь сердца, инфаркт миокарда, инсульт, сахарный диабет, гипертоническая болезнь. Считается, что избыточное содержание холестерина и ряда липопротеидов являются факторами риска, способствующими развитию и прогрессированию этих заболеваний. Считается, что около 80% холестерина синтезируется в организме, а 20% поступает с пищей. Холестерин не растворяется в воде и находится в виде комплексных соединений с особыми белками-транспортёрами, так называемыми аполипотеидами. Липопротеид низкой плотности (Low-density lipoprotein, или LDL) известен как «плохой» холестерин, липопротеид высокой плотности (High-density lipoprotein, или HDL) - как «хороший» холестерин.

Исследования, выполненные на животных и человеке, показали, что употребление семян пажитника греческого способствует снижению уровня холестерина в плазме крови [7, 9, 14, 15, 21]. Обезжиренные семена пажитника греческого уменьшали уровни общего холестерина и холестерина LDL, уровень холестерина HDL при этом оставался неизменным.

Гипохолестеролемический эффект семян пажитника греческого обусловлен наличием в них галактоманнанов, а также стероидных сапонинов. Галактоманнаны пажитника греческого значительно уменьшают уровень холестерина в плазме крови, а также способствуют снижению синтеза холестерина в печени. По мнению некоторых исследователей, существуют несколько механизмов, объясняющих этот эффект. Первый механизм заключается в том, что галактоманнаны увеличивают вязкость перевариваемой пищи [21]. Вторым возможным механизмом является увеличение толщины пристеночного водного слоя в тонком кишечнике, что приводит к снижению поглощения холестерина и желчных кислот [9, 21]. Третий механизм связан с тем, что галактоманнаны уменьшают степень диффузии холестерина к абсорбирующей слизистой поверхности [14].

Некоторые исследователи предполагают, что галактоманнаны снижают абсорбцию липидов в следствии уменьшения их эмульгирования. Это происходит из-за увеличения

размера капельки липидов в мицелле, что приводит к уменьшению поверхности для липолиза [21]. Растворимые волокна (галактоманнаны) задерживают желчные кислоты в толстом кишечнике, в результате происходит уменьшение количества желчных кислот в печени. Это снижение компенсируется усиленным превращением холестерина, находящегося в печени, в желчные кислоты. Таким образом, резерв холестерина в печени сокращается.

Растворимые волокна (галактоманнаны) пажитника греческого, как было доказано в исследованиях, способны подавлять синтез холестерина в печени путем ингибирования активности 3-гидрокси-3-метилглутарил-коэнзимА редуктазы, которая отвечает за биосинтез холестерина [14, 15].

Многочисленными исследованиями было доказано, что сапонины из разных источников (соя, пажитник, люцерна, нут) также снижают уровень холестерина в плазме крови. Проявление гипохолестеролемиической и гемолитической активности сапонинов связывают с их способностью образовывать комплексы с холестерином эритроцитарных мембран, что приводит к лизису последних [7].

Другие терапевтические свойства пажитника греческого. Семена пажитника греческого благодаря наличию стероидных сапонинов действуют на репродуктивную систему животных, стимулируя овуляцию и сперматогенез [22], а также обладают высокой противоопухлевой активностью [7, 23]. Из литературных источников известно, что углеводная цепочка сапонинов играет значительную роль в торможении роста опухоли: большую активность проявляли сапонины, в олигосахаридной цепи которых содержалось более трех моносахаров. Предположили, что стероидные сапонины входят в клетку при помощи эндогенных лектинов, которые являются специфическими рецепторами для молекулы сахара. Таким образом, углеводная часть выполняет вспомогательную транспортную роль для стероидной части молекулы. Было также показано, что противоопухлевая активность зависит и от структуры агликона (стероидной части молекулы) — количества гидроксильных и кетогрупп, наличия двойных связей [7].

Было доказано, что семена пажитника греческого обладают антиканцерогенными свойствами из-за ингибирования активности β -глюкоронидазы — фермента, который гидролизует токсины и мутагены, высвобождая активные канцерогенные вещества в печени [23]. Многие ученые связывают это с системным действием галактоманнанов, сапонинов и флавоноидов.

По степени возрастания противоопухлевого действия стероидные сапонины располагают в следующей последовательности: производные диосгенина, гитогенина, рокогенина, гекогенина, сарсапогенина, тигогенина, неотигогенина [7].

Пажитник греческий обладает антиоксидантной активностью за счет содержания широкого спектра флавоноидов (апигенин, лютеолин, ориентин, витексин, кварцетин), содержащихся в семенах [24]. Флавоноиды выступают мощными ингибиторами окисления LDL-холестерина, а также обладают противовоспалительным, ранозаживляющим, капилляроукрепляющим эффектом [25].

Семена пажитника греческого, как было доказано группой ученых, обладают гастропротекторным эффектом [26, 27]. Также они обладают фунгицидной, антивирусной и антимикробной активностью [28]. Важная роль отводится стероидным сапонином пажитника в усилении устойчивости растений к стрессовым факторам среды и фитопатагенам [9].

Данное растение используют в фармацевтической промышленности для приготовления препарата пасенин, обладающего антисклеротическим действием, а также для изготовления бактерицидных пластырей, применяемых при нагноениях, нарывах. Также молотые семена пажитника греческого входят в состав пряных смесей и приправ. Например, пажитник — основной компонент смеси "карри". Он входит в состав смеси из куркумы, смеси для кленового сиропа, "хмели-сунели", аджики. В США пажитником

ароматизируют ром и кленовый напиток, иногда добавляют в тесто. В Индии из обжаренных семян готовят суррогатный кофе. Из молодых растений готовят салат, который очень полезен для здоровья [18].

Таким образом, пажитник греческий благодаря наличию широкого спектра биологически активных соединений (таких как галактоманнаны, стероидные сапонины, 4-гидроксиизолейцин, флавоноиды и др.) обладает многими терапевтическими эффектами. Во многих странах семена пажитника греческого входят в состав комбинированных лекарственных средств, оказывающих антидиабетическое, гипогликемическое, антисклеротическое, диуретическое, слабительное, противовоспалительное, анаболическое действие.

В связи с этим, изучение особенностей роста и проведение биохимического и молекулярно-генетического анализа вегетативной части и семян пажитника греческого как культуры, недавно интродуцированной и мало исследованной в условиях Беларуси, представляет большой научный и практический интерес. В «Центральном ботаническом саду НАН Беларуси» проводится работа по изучению биохимических и молекулярно-генетических особенностей пажитника греческого как ценной лекарственной и пряно-ароматической культуры.

Список литературы

1. Дикорастущие полезные растения России / под ред. А.Л. Буданцева, Е.Е. Лесиовской. – СПб.: Изд-во СПХФА, 2001. – 663 с.
2. Шелюто, Б.В. Пажитник греческий (*Trigonella foenum graecum* L.) новая кормовая и лекарственная культура / Б.В. Шелюто, И.М. Нестерова, М. Шандор // Современное состояние, проблемы и перспективы развития кормопроизводства: материалы межд. научно-практ. конф., Горки, 15-16 июня 2007 г. / БелГСХА; редкол. С. В. Янушко. – Горки, 2007. – С. 203-206.
3. Плечищик, Е.Д. Пажитник греческий (*Trigonella foenum graecum* L.) новая для Беларуси, перспективная пряно-ароматическая и лекарственная культура / Е.Д. Плечищик, Л.В. Гончарова, Е.В. Спиридович // Интродукция и селекция ароматических и лекарственных растений: материалы межд. научно-практ. конф., Ялта, 8-12 июня 2000 г. / НБС-ННЦ. – Ялта, 2009. – С. 148.
4. Магомедова, З.С. Анатомио-морфологическое изучение травы пажитника сенного (*Trigonella foenum – graecum* L.), культивируемого на Кавказских Минеральных Водах / З.С. Магомедова, Л.В. Лигай, В.А. Челомбитько // Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения: материалы межд. научно-практ. конф., Миккели, 21-23 июня 2004 г.- С. 286-288.
5. Grover, J.K. Medicinal plants of India with anti-diabetic potential / J.K. Grover, S. Yadav, V. Vats // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2002. – Vol. 81, №1.- P. - 81-100.
6. Srinivasan, K. Fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*): A review of health beneficial physiological effect / K. Srinivasan // *Food reviews international*. – 2006. - Vol. 22, №2.- P. 203-224.
7. Васильева И.С. Стероидные гликозиды растений и культуры клеток диоскареи, их метаболизм и биологическая активность / И.С. Васильева, В.А. Пасешниченко // *Успехи биологической химии*. - 2000. - Т.4. - С. 153-204.
8. Benichou, A. Steroid-saponins from fenugreek seeds: extraction, purification, and surface properties / A. Benichou, A. Aserin, N. Garti // *Journal of Dispersion Science and Technology*. - 1999. - Vol. 20, №1-2. – P. 581-605.
9. Issarani, R. Effect of different galactomannans on absorption of cholesterol in rabbits / R. Issarani, B.P. Nagori // *Journal of Natural Remedies*. - 2006. – Vol. 6, №1. – P. 83-86.
10. Garti N. Fenugreek galactomannans as food emulsifiers / N. Garti [et al.] // *Food Science and Technology*. - 1997. – Vol. 30. – P. 305-311.

11. Broca, C. 4-Hydroxyisoleucine: Effects of synthetic and natural analogues on insulin secretion / C. Broca [et al.] // *European Journal of Pharmacology*. – 2000. – Vol. 390. – P. 339-345.
12. Sauvaire Y. 4-Hydroxyisoleucine: A novel amino acid potentiator of insulin secretion / Y. Sauvaire [et al.] // *Diabetes*. – 1998. – Vol. 47. – P. 206-210.
13. Hannan, J.M. Effect of soluble dietary fibre fraction of *Trigonella foenum graecum* on glycemic, insulinemic, lipidemic and platelet aggregation status of Type 2 diabetic model rats / J.M. Hannan [et al.] // *Journal of Ethnopharmacology*. – 2003. – Vol. 88, №1. – P. 73-77.
14. Jenkins, D.J. Viscous and nonviscous fibers, nonabsorbable and low glycemic index carbohydrates, blood lipids and coronary heart disease / D.J. Jenkins [et al.] // *Current Opinion in Lipidology*. – 2000. – Vol. 11, №1. – P. 49-56.
15. McCarty, M. F. Glucomannan minimizes the postprandial insulin surge: a potential adjuvant for hepatothermic therapy / M. F. McCarty // *Medical Hypotheses*. – 2002. – Vol. 58, №6. – P. 487-490.
16. Kligler, B. An integrative approach to the management of type 2 diabetes mellitus / B. Kligler, D. Lynch // *Alternative Therapies in Health and Medicine*. – 2003. – Vol. 9, №6. – P. 24-32.
17. Broca, C. 4-Hydroxyisoleucine: experimental evidence of its insulinotropic and antidiabetic properties / C. Broca [et al.] // *American Journal of Physiology*. – 1999. – Vol. 277, №40. – P. 617-623.
18. Madar, Z. New legume sources as therapeutic agents / Z. Madar, A.H. Stark // *British Journal of Nutrition*. – 2002. – Vol. 88. – P. 287-292.
19. Sharma, R.D. Use of fenugreek seed powder in the management of non-insulin dependent diabetes mellitus / R.D. Sharma [et al.] // *Nutrition Research*. – 1996. – Vol. 16, №8. – P. 1331-1339.
20. Kochhar, A. Effect of supplementation of traditional medicinal plants on blood glucose in non-insulin-dependent diabetics: A pilot study / A. Kochhar, M. Nagi // *Journal of Medicinal Food*. – 2005. – Vol. 8, №4. – P. 545-549.
21. Spiller, R.C. Impact of dietary fiber on absorption from the small intestine / R.C. Spiller // *Current Opinion in Gastroenterology*. – 1999. – Vol. 15, №2. – P. 100-109.
22. Kharya, M.D. Fertility regulation potential of Fenugreek seeds (MAPS-P-408) / M.D. Kharya // *International Pharmaceutical Federation World Congress*. – 2002. – Vol. 62. – P. 133.
23. Devasena T. Fenugreek affects the activity of β -glucuronidase and mucinase in the colon / T. Devasena, V. P. Menon // *Phytotherapy Research*. – 2003. – Vol. 17. – P. 1088-1091.
24. Vijaya, C. Correlation of phenolic content and in vitro antioxidant activity of certain herbal extracts / C. Vijaya [et al.] // *Indian Drugs*. – 2002. – Vol. 39, №8. – P. 453-455.
25. Thirnavukkarasu, V. Protective effect of fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) seeds in experimental ethanol toxicity / V. Thirnavukkarasu, C.V. Anuradha, P. Viswanathan // *Phytotherapy Research*. – 2003. – Vol. 17. – P. 737-743.
26. Thirnavakkarasu, V. Gastroprotective effect of fenugreek seeds (*Trigonella foenum graecum*) on experimental gastric ulcer in rats / V. Thirnavakkarasu, C.V. Anuradha // *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*. – 2006. – Vol. 12, №3. – P. 13-25.
27. Dogaru, M.T. The gastroprotective effect of the poliholosides from the mucilage obtained from *Trigonella foenum-graecum* in experimental ulcer in rats / M.T. Dogaru [et al.] // *Farmacia*. – 2003. – Vol. 51, №2. – P. 20-27.
28. Amalraj, A. Antimicrobial activity of fenugreek seeds and leaves / A. Amalraj [et al.] // *Indian Journal of Natural Products*. – 2005. – Vol. 21, №2. – P. 35-36.