

УДК 581.664

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЛЮЧЕЛИСТНИКА
КАЧИМОВИДНОГО (*ACANTHOPHYLLUM GYPSOPHYLOIDES REGEL*)
В ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

¹Альмагамбетов А.М., ¹Тулеев Б.И., ²Жаксыбаева Г.Ш., ²Ульева Г.А.,
¹Атанбаев А.Ш., ¹Кудабаева П.К., ¹Адекенов С.М.

¹АО Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия», Караганда,
e-mail: alhss@mail.ru

²Карагандинский государственный индустриальный университет, Темиртау,
e-mail: kgiu@mail.ru

В настоящее время с учетом требований науки о питании получило интенсивное развитие производство физиологически функциональных (здоровых) пищевых продуктов (ФПП) с использованием культивируемого и нетрадиционного растительного сырья или выделенных из них биологически активных комплексов и специфических ингредиентов. Возобновляемое и экологически безопасное растительное сырье активно используют в косметической, фармацевтической и медицинской промышленности. В пищевой отрасли оно, к сожалению, пока не имеет широкого применения. В данной статье автор рассматривает уникальные, малоизученные растения Республики Казахстан, которые представляют собой потенциальный возобновляемый материал для разработки и производства новых оригинальных фитопрепаратов широкого спектра фармакологического действия. Многие виды диких пищевых растений не только не уступают, но и превосходят по питательности, вкусовым качествам и по наличию в них витаминов и микроэлементов культурные растения и не имеют аналогов.

Ключевые слова: *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel, надземная часть, экстракт, экидистерон, сапонины.

**PROSPECTS KOLYUCHELISTNIKA KACHIMOVIDNOGO
(*ACANTHOPHYLLUM GYPSOPHYLOIDES REGEL*) IN THE FOOD INDUSTRY**

¹Almagambetov A.M., ¹Tuleuov B.I., ²Zhaksybaeva G.S., ²Uleva G.A.,
¹Atanbaev A.S., ¹Kudabaeva P.K., ¹Adekenov S.M.

¹AO International Research and Production Holding «Phytochemistry», Karaganda,
e-mail: alhss@mail.ru

²Karaganda State Industrial University, Temirtau, e-mail: kgiu@mail.ru

At present, taking into account the requirements of science of nutrition has received intensive development of the production of physiologically functional (healthy) food products (FPP) using cultivated and non-traditional vegetable raw materials or extracted from them biologically active complexes and specific ingredients. Renewable and environmentally friendly plant material is actively used in the cosmetic, pharmaceutical and medical industries. In the food industry it is, unfortunately, are not widely used. In this article the author examines the unique and little-known plants of the Republic of Kazakhstan, which represent a potential renewable material for the development and production of new original phytopreparations broad spectrum of pharmacological action. Many species of wild food plants are not only equal, but superior in nutritional value, taste, and by the presence of vitamins and micronutrients, and crop plants are unique.

Keywords: *Acanthophyllum gypsophiloides* Regel, aerial part, extract ecdysterone, saponins.

В настоящее время общая ситуация в мировой и отечественной пищевой промышленности в целом характеризуется ростом производства по основным видам пищевых продуктов (ПП). Наблюдается и неуклонный рост производства соответствующих пищевых добавок (ПД).

К сожалению, широкое производство и применение ПД поставило перед исследователями новые проблемы. Так, например в США при производстве ПП в течение ряда лет используют более 3000 искусственных добавок и около 12000 химических соединений. И только в настоящее время стало известно, что ряд ПД обладает токсичными

свойствами и зачастую необратимо влияют на здоровье людей.

Вместе с тем, для многих современных ПП характерно наличие в них в основном рафинированных компонентов (мука, сахар, жиры и т.д.), что приводит к нарушению баланса природных элементов в продуктах. К ним относятся ПП, подвергнутые вымораживанию, ректификации, рафинации и термической обработке, в результате которых пища начисто лишается многих «эссенциальных» (жизненно важных) компонентов.

Длительное употребление таких ПП приводит к различным болезням и раннему

старению организма. Прочно утвердился термин «болезни цивилизации». К их числу относятся такие, как переутомление, стресс, высокое кровяное давление, атеросклероз, запоры, ожирение и диабет, желчно-каменные болезни, инсульт, остеопороз и некоторые болезни мозга и нервной системы. Особое беспокойство ученых вызывает рост сердечно-сосудистых (ССЗ), онкологических и гепатобилиарных заболеваний.

Однако в настоящее время хорошо известны и физиологически функциональные (здоровые) пищевые продукты (ФПП). Установлено, что некоторые болезни можно с их помощью предупредить, а другие – отсрочить или облегчить их течение. Например, при ССЗ активно противодействуют витамины-антиоксиданты С и Е, флавоноиды, каротиноиды, фолаты и некоторые минеральные элементы. Введение в рацион питания ПП, содержащих кальций, и таких витаминов как К, С, В₆ и элемента бора, позволяет защитить организм от остеопороза. Следует особо отметить, что некоторые ингредиенты эффективны для противодействия сразу многим заболеваниям.

В настоящее время с учетом требований науки о питании получило интенсивное развитие производство вышеназванных ФПП с использованием культивируемого и нетрадиционного растительного сырья или выделенных из них биологически активных комплексов и специфических ингредиентов. Возобновляемое и экологически безопасное растительное сырье активно используют в косметической, фармацевтической и медицинской промышленности. В пищевой отрасли оно, к сожалению, пока не имеет широкого применения [1-4].

Между тем, уникальная и богатая флора Республики Казахстан, насчитывающая более 6000 видов растений, из которых 667 видов являются эндемичными и большинство из них практически не изучены, представляют собой потенциальный возобновляемый материал для разработки и производства новых оригинальных фитопрепаратов широкого спектра фармакологического действия. Дикорастущие растения с древних времен были и продолжают оставаться неисчерпаемым источником и пищевых продуктов. К тому же многие виды диких пищевых растений не только не уступают, но и превосходят по питательности и вкусовым качествам культурные растения и не имеют аналогов.

Различия растений по наличию в них питательных веществ, витаминов и микроэлементов очень значительны. Представители одних групп богаты жирами, других – белками или углеводами, третьих – микроэлементами, витаминами и др.

Потребление фруктов, лекарственных и многих других растений помогает предупредить ряд заболеваний, повышает тонус и работоспособность человека, а также оказывая адаптогенное действие позволяют легче переносить влияние на организм внешних факторов, таких как высокие физические и эмоциональные нагрузки, неблагоприятные экологические условия. Растительные адаптогены, как правило, не имеют выраженных побочных эффектов и характеризуются высокой эффективностью. Одним из известных растительных адаптогенов является эхдистерон-действующее вещество растения левзеи сафлоровидной – *Rhaponticum carthomoides* (Willd) Ijjin известного в качестве источника адаптогенных и анаболических препаратов [5]. Настойки и экстракты корней и корневищами левзеи сафлоровидной издавна использовались народами Сибири и Алтая в качестве стимулирующих средств и нашли применение в официальной медицине [6]. В 80-х годах прошлого столетия в Институте химии растительных веществ АН УзССР (г. Ташкент) был разработан тонизирующий препарат «Эхдистен» – таблетки с содержанием 0,005 г эхдистерона, выделенного из подземных органов левзеи сафлоровидной. Препарат был рекомендован в качестве тонизирующего средства при астенических и астено-депрессивных состояниях.

Экстракт корней левзеи сафлоровидной используется в рецептуре тонизирующих напитков «Байкал» и «Саяны». Эхдистерон встречается не только в левзее сафлоровидной: он является типичным компонентом ряда растений различных семейств. Перспективные эхдистероидсодержащие растения используются традиционными медицинами различных народов мира. Так, серпуха венценосная – *Serratula coronata* L. («серпия»), наряду с левзеей сафлоровидной («маралий корень») использовались народами Сибири, *Achyranthes fauriei* и *Cyatula capitata* («го-шитсу») – в Древнем Китае, *Ajuga iva* («ченджоура») – в Северной Африке, *Pfaffia iresinoides* («сума») – в Латинской Америке, *Silene latarica* и *Overna behen* («шляккан турун») – на Европейском севе-

ро-востоке России у коми-зырян [7,8]. В Казахстане в МНПХ «Фитохимия» разработан первый отечественный препарат анаболического, адаптогенного и тонизирующего действия «Экдифит» на основе экстракта серпухи венценосной, содержащий в качестве основных биологически активных веществ (БАВ) экдистероиды и флавоноиды.

Уникальность адаптогенного и анаболического действия экдистерона заключается в том, что наряду с весьма высокой активностью он не обладает побочными гормональными эффектами, обычно присущими большинству стероидных анаболиков. Так, экдистерон не токсичен, он не обладает андрогенным, антигонадотропным, тимолитическим эффектами [9-11]. Для экдистерона также отмечена гиполипидемическая и холестеринемическая активность [12]. Авторы [13] отмечают выраженные антирадикальные и антиокислительные свойства экдистерона.

Современные тенденции пищевой промышленности определяются требованиями к обеспечению населения экологически чистыми, безопасными и ценными ПП. Если раньше использовали синтетические соединения для обеспечения стойкости и длительных сроков хранения, то к настоящему времени для стабилизации ПП применяют и продукты растительного сырья-токоферолы, сезамол, кверцетин и др. [14,15]. Особое внимание привлекают растительные экстракты, многокомпонентный состав которых определяют антиоксидантный, и следовательно, консервантный тип влияния [16].

В данной статье продолжены работы по поиску новых экдистероидсодержащих растительных источников с целью их использования в пищевой промышленности в качестве антиоксидантов.

В качестве одного из наиболее перспективных промышленно доступных, а также ранее неисследованное на содержание экдистероидов наше внимание привлекло растение колючелистник качимовидный (*Acanthophyllum gypsophyloides* Regel.) рода *Acanthophyllum* (Колючелистник) семейства *Caryophyllaceae* Juss. (Гвоздичные) собранный в окрестностях пос. Танбалы Чу-Илийских горах Алматинской области в мае в фазе бутонизации (рисунок 1).

Растения рода колючелистник-полукустарнички, иногда многолетние травы с сильно ветвистыми стеблями, часто образующие колючие полушаровидные подушки.

Листья супротивные, обычно шиловидные, колючие. Около 50 видов в аридных районах Азии.



Рис. 1. Колючелистник качимовидный (*Acanthophyllum gypsophyloides* Regel)

В бывшем СССР более 30 видов, преимущественно в Средней Азии, а также на Кавказе. В Туркмении и на Западном Памире распространен колючелистник железистый (*A.glandulosum*) колючий полукустарничек. Его корни, называемые туркестанским мыльным корнем, содержит сапонины, используются в пищевой промышленности, в текстильном производстве и как моющее средство. Сапонины содержат колючелистник метельчатый (*A. paniculatum*) многолетние травы с неколючими листьями.

Колючелистник качимовидный-многолетнее травянистое растение высотой 50-80 см. Имеет шаровидную форму из-за оттопыренного ветвления стеблей. Корневище длинное, нетолстое, корень мощный, стержневой, маловетвистый, глубоко проникающий в почву, светло-бурый снаружи, морщинистый, желтоватый, с белыми прожилками на разрезе. Стеблей несколько, прямостоячие, голые, беловатые или красноватые, утолщенные в узлах, ветвистые от основания, с супротивно отходящими почти под прямым углом длинными и, в свою очередь, разветвляющимися ветвями. Листья супротивные, линейно-шиловидные или узколанцетные, длиной 1-2 см, голые или шероховатые, с ясно выступающей на нижней стороне листа толстой срединной жилкой и 2 менее заметными боковыми жилками. В

пазухах листьев располагаются укороченные побеги, несущие более узкие и короткие листья. Цветы мелкие, собраны в рыхлых дихазиях, образующих широкое, метельчатое соцветие. Средний цветок в дихазии сидячий, а крайние – на цветоножках, достигающих в длину 5-10 мм. Прицветники ланцетовидные, длиной около 5 мм, сидячие непосредственно под чашечкой и прилегающие к последней. Чашечка голая, узкоколокольчатая, пятизубчатая, длиной 3 мм, иногда с фиолетовым оттенком; зубцы ее туповатые, белоокаймленные. Лепестки, числом 5, белые или розоватые, в 1,5 раза длиннее чашечки, с длинным ноготком и обратнойцевидно-продолговатым, наверху округлым отгибом. Тычинок 10, пестик с верхней одногнездной завязью с 2 столбиками. Плод – шаровидная, одно- или двусемянная коробочка, с трудом отделяющаяся от семени. Семена красновато-коричневые, почти округлые, почковидные, длиной около 2 мм. Цветет в июне-августе; семена созревают в августе-сентябре. Растение является эндемичным для Республики Узбекистан, Киргизской Республики и прилегающих районов Республики Казахстан и Туркмении.

В народной медицине отвар корней *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel. благодаря наличию в них сапонинов, применяется как отхаркивающее средство при бронхитах. Отвар корней колючелистника прописывают при водянке, простуде, воспалении и болях в почках и мочевом пузыре, при нервном истощении, упадке сил, припадках и т.д. Корни содержат до 1-2% эфирного масла, танины, смолистые вещества, 12–

18% инсулина. Содержание сапонинов в корнях колючелистника составляет 18-20% [17-19]. Основные сапонины корней колючелистника представлены акантофиллозидами-гликозидов гипсогенина и квиллаевой кислоты, являющихся бидесмозидами, содержащими от 9 до 11 моносахаридных остатков [20].

В результате хроматографических исследований установлено, что растение *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel. является перспективным источником основного экидистероида – экидестерона (20-гидроксиэкидизона или 20E). В надземной части данного растения содержится 0,19% экидестерона (рисунок 2).

Нами детально изучен также состав экидестероидов колючелистника качимовидного. Из изобутанольного экстракта надземной части ранее не изученного на стероиды растения колючелистника качимовидного выделены кроме основного экидестероида – экидестерона и новый фитоэкидестероид акантостерон (3 α , 14 α , 22R, 25-тетрагидрокси-5 α (H)-холест-7-ен-6-он) [21].

По результатам проведенного нами биоскрининга установлено, что акантостерон (3 α , 14 α , 22R, 25-тетрагидрокси-5 α (H)-холест-7-ен-6-он) – обладает анальгетическим действием, из чего следует, что фитоэкидестероиды представляют собой новый перспективный класс не токсичных анальгетических средств, на основе которых могут быть разработаны высокоэффективные лекарственные препараты для использования при болевых шоках в медицине катастроф (рисунок 3).

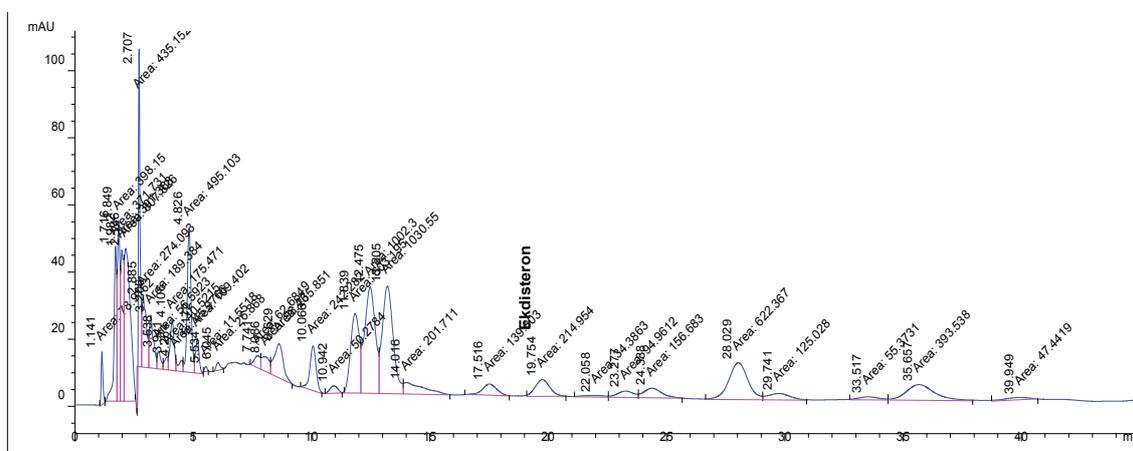


Рис. 2. Хроматограмма экстракта надземной части *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel (колючелистник качимовидный)

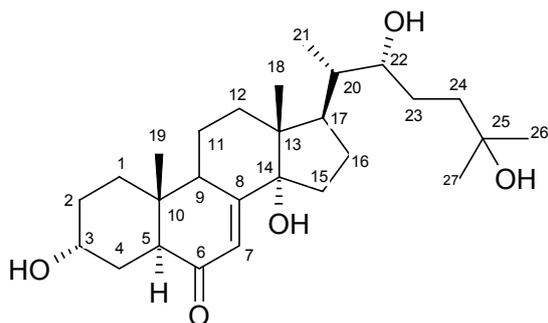


Рис. 3. Структурная формула акантостерона – (3 α , 14 α , 22R, 25-тетрагидрокси-5 α (H)-холест-7-ен-6-он) обладающий противовоспалительной и анальгетической активностью

Изучение влияние акантостерона на экссудацию в дозе 50 мг/кг показало, что у крыс в опытной группе через три часа после введения уксусной кислоты объем экссудата оказался ниже данного показателя в контрольной группе на 24%.

Таким образом, в результате проведенного эксперимента выявлено, что акантостерон (3 α , 14 α , 22R, 25-тетрагидрокси-5 α (H)-холест-7-ен-6-он) в дозе 50 мг/кг обладает высокой противовоспалительной активностью на модели острой экссудативной реакции.

В лаборатории экспериментальной и клинической фармакологии Международного научно-производственного холдинга «Фитохимия» также изучено антиоксидантная активность экстракта колючелистника качимовидного и выявлено, что экстракт обладает высокой антиоксидантной активностью.

Исследования в области фармакологии основных вторичных метаболитов-сапонинов растения колючелистника качимовидного продолжают. В настоящее время установлено, что сапонины теряют свою токсичность в желудочно-кишечном тракте за счет связывания с жировыми компонентами пищи, и обладают достаточно широким спектром биологической активности, что позволяет рассматривать их как полифункциональные пищевые добавки [22]. На основании последних сведений о выявленных фармакологических эффектах сапонинов, можно прогнозировать ряд ценных свойств для использования в пищевой промышленности.

В частности, в настоящее время считается, что сапонины могут защитить человечество от двух главных проблем века, связанных с неправильным питанием и избы-

точным содержанием холестерина в крови, – ишемической болезни сердца и рака кишечника [20,23].

В настоящее время сапонины корней колючелистника качимовидного могут быть использованы в пищевой промышленности в качестве природных эмульгаторов при производстве различных типов майонезной продукции, а также активных пенообразователей при производстве халвы и щипучих напитков, кондитерских кремов, муссов и мороженого [20].

В то же время, создание культивируемой сырьевой базы колючелистника качимовидного сопряжено с немалыми трудностями, невозобновляемость подземных органов и их малодоступность для обширных исследований накладывают определенные ограничения и обуславливают необходимость проведения работ по поиску альтернативных источников.

Исходя из вышеизложенного, формируется мнение, что в масштабном производстве ПП неперспективно ориентироваться на использование корней колючелистника. Следовательно, приоритеты научных исследований должны быть направлены на использование возобновляемых надземных органов с высоким ресурсным потенциалом.

Одним из перспективных аспектов применения экстракта надземных частей колючелистника качимовидного можно считать его использование для разработки новых биологически активных пищевых добавок адаптогенного, стимулирующего, антиоксидантного действия.

Для возможного расширения ассортимента ПП на основе выбранного экистероидсодержащего растительного сырья нами был получен спиртовой экстракт и были исследованы его некоторые физико-химические свойства. На первом этапе исследован выход экстрактивных веществ, извлекаемых из растения колючелистника качимовидного 70%-ным водным этанолом, а далее методом обращено – фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии (ОФ ВЭЖХ) (HEWLETT PACKARD Agilent 1100 Series, аналитическая колонка) 4,6·150мм, Zorbax SB – C₁₈; ПФ:10% изопропиловый спирт, УФ-детектирование при длине волны 254 нм, температура колонки 20°C, скорость подачи элюента 0,75 мл/мин, объем вводимый пробы 20 мкл) изучено содержание экистерона. Экстракция надзем-

ной части (листья, бутоны, стебли) измельченного воздушно-сухого сырья массой 1.0 кг проводилась четырехкратно 10 л 70%-ным водным этанолом путем нагревания на водяной бане при температуре кипения растворителя в течение 1-1,5 часа. Экстракт охлаждали, сливали и упаривали на ротационном испарителе при температуре не выше 50°C. К полученной густой коричневой сиропообразной массе добавили 0,2 л этанола и 0,4 л воды. Далее полученный этанольный экстракт обработали смесью петролейного эфира и этилацетата в соотношении 2:1 (0,4:0,2л) с целью удаления неполярных компонентов, оставшуюся водорастворимую часть экстрагировали изобутанолом (0,6 л), в результате получен густой экстракт. Изобутанольные экстракты объединили, затем отгоняли досуха под вакуумом. Получили (81 г) сумму экистероидов с сопутствующими веществами в виде густой зеленой сиропообразной массы. Методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) и качественного анализа установлено наличие экистероида. При многократном колонном хроматографировании на окиси алюминия (I степени активности по Брокману, масса сорбента 1,6 кг) и при элюировании колонки смесью хлороформ-этанол (90:10) была выделена фракция (600 мг) на основании ТСХ («Sorbfil») охарактеризованная как хроматографически индивидуальное вещество.

Фракция была перекристаллизована из этилацетата и этилового спирта. Для более глубокой очистки фракции провели дополнительную колоночную хроматографию на окиси алюминия (Al_2O_3) I степени активности по Брокману. Тонкая структура и α -ориентация 5(H) водорода выделенного образца стероидной природы установлена с применением современных спектральных методов высокого разрешения (масс-, ИК-, УФ-, ЯМР¹H-, ¹³C-, COSY, ROESY спектроскопии) и элементного анализа. В результате получили новый экистероид, названный нами акантостерон, которому по данным ЯМР-спектроскопии, масс-спектрометрии и элементного анализа была приписана структура 3 α , 14 α , 22R, 25-тетрагидрокси-5 α (H)-холест-7-ен-6-он (рисунок 3).

Ввиду положительных органолептических характеристик, хорошей растворимости в воде за счет высокой гидрофильности фрагментов, водном спирте и масляных средах экстракт может быть рекомендован в

качестве добавки для приготовления безалкогольных и алкогольных напитков (бальзамы, настойки).

Высокое содержание БАВ в экстракте обуславливает перспективность его использования в качестве натурального антиоксиданта для различных жиропродуктов.

В этой связи сотрудничество с заинтересованными организациями в плане внедрения экстракта колючелистника качимовидного в пищевую промышленность, как и внедрение многих других разработок Холдинга «Фитохимия», может явиться плодородной почвой для выпуска новых пищевых продуктов и лечебно-профилактических средств на международный рынок.

Список литературы

1. Тулеуов Б.И., Бердин А.Г., Сейтеметбетов Т.С., Елемесов Р.С., Адекенев С.М. Пищевая промышленность Казахстана: проблемы применения пищевых добавок и ингредиентов // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2003. – № 1. – С. 24-25.
2. Тулеуов Б.И., Кусаинова Д.Д., Зейнульдина А.С., Сейтеметбетов Т.С., Адекенев С.М. Новый природный антиоксидант на основе солянки холмовой (*Salsola collina* Pall) в новых жиропродуктах и фармакологии // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2004. – № 3. – С. 22-23.
3. Тулеуов Б.И., Ишмуратова М.Ю., Терентьев Е.Ю., Сапарова К.Б., Адекенев С.М. Перспектива использования топинамбура (*Heliantus tuberosus* L) в пищевой промышленности // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2004. – № 5. – С. 15-16.
4. Тарлыков П.В., Бердин А.Г., Тулеуов Б.И., Ишмуратова М.Ю., Тулеуова Г.Х., Адекенев С.М. Перспективы использования серпухи венценовой (*Serratula coronata* L) в пищевой промышленности // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2005. – № 2. – С. 21-23.
5. Ахрем А.А., Ковганко Н.В. Экистероиды: Химия и биологическая активность. – Минск: Наука и техника, 1989. – 327 с.
6. Государственная Фармакопея СССР. Издание XI. – М.: Медицина, 1987. – Вып. 1,2. – 415 с.
7. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав. Использование. Сем. Asteraceae / под ред. П.Д. Соколова. – СПб.: Наука, 1993. – 352 с.
8. Slama K., Lafont R. Insect hormones-ecdysteroids: their presence and actions in vertebrates // *European J. Entomol.* – 1995. – Vol. 92. – P. 355-377.
9. Сыров В.Н., Куркумов А.Г. Об анаболической активности фитоэкидизона-экидестерона, выделенного из *Rhaponticum carthamoides* (Willd) Iljin // Фармакология и токсикология. – 1976. – № 6. – С. 690-693.
10. Сыров В.Н., Куркумов А.Г. О тонизирующих свойствах экидестерона, выделенного из левзеи сафлоровидной // *ДАН УзССР.* – 1977. – № 12. – С. 27-30.
11. Маматханов А.У., Якубова М.Р., Сыров В.Н. Выделение туркестерона из надземной части *Ajuga turkestanica* и его анаболическая активность // *Химия природных соединений.* – 1988. – № 2. – С. 188-193.
12. Сыров В.Н., Хушбактова З.А., Абзалова М.Х., Султанов М.Б. // О гиполипидемических и антиатеросклеротических свойств фитоэкидестероидов // *ДАН УзССР.* – 1983. – № 9. – С. 44-45.

13. Осинская Л.Д., Саад Л.М., Холодова Ю.Д. Антирадикальные свойства и антиоксидантная активность экидистерона // Украинский биохимический журнал. – 1992. – Т.64. – С. 114-117.
14. Тулеуов Б.И., Мангазбаева Г.З., Ишмуратова М.Ю., Бикина Н.Х., Адекенев С.М. Культивируемые и дикорастущие растения Казахстана, редко используемые в пищевой промышленности // Пищевая и перерабатывающая промышленность Казахстана. – 2003. – № 3. – С. 18-19.
15. Чумбалов Т.К., Поляков В.В., Чанышева И.С. Определение антиокислительных добавок мирисетина в пищевых жирах и маслах // Масло-жировая промышленность. – 1974. – № 4. – С. 9-11.
16. Тулеуов Б.И., Зейнульдина А.С., Сейтембетов Т.С., Тулеуова Г.Х., Борец Т.Д., Сейтембетова А.Ж., Адекенев С.М. Влияние флавоноидов солянки холмовой (*Salsola collina* Pall.) в новых жиропродуктах на уровень перекисного окисления липидов: матер. международн. научно-практич. конференции «Этапы становления, современное состояние и фундаментальные проблемы развития образования и науки Казахстана». – Караганда, 2003. – С. 200-202.
17. Кондратенко Е.С., Путиева Ж.М., Абубакиров Н.К. Тритерпеновые гликозиды растений семейства Caryophyllaceae // Химия природных соединений. – 1981. – № 4. – С. 417-439.
18. Баркулова И.С., Масленникова Е.В., Сидорова Т.А. Технология водных экстрактов из *Saponaria officinalis* L // Успехи современного естествознания. – 2007. – №7. – С. 27-28.
19. Stefan Bötter, Matthias F.Melzig. Triterpenoid saponins of the Caryophyllaceae and Illecebraceae family // *Phytochemistry Letters* 4. – 2011. – P. 59-68.
20. Юдина Т.П., Черевач Е.И., Цыбулько Е.И., Бабин Ю.В. Поиск перспективного источника сапонинов для получения растительного эмульгатора // Известия Вузов. Пищевая технология. – 2008. – № 2-3. – С. 33-36.
21. Almagambetov A.M., Almagambetova L.A., Glashkin A.V., Tuleuov B.I., Adekenov S.M. The Chemical Research of *Acanthophyllum* Species // Proceedings of the International Research and Practice Conference «Achievements and Prospects for the Development of Phytochemistry». – Karaganda, April 10-11th. – 2015. – P. 126.
22. Saponins in food, feedstuffs and medical plants: Proceeding of the Phytochemical Society of Europe / Eds Oleszek W. – Kluwer Academic Publishers. – 2000. – № 45. – 291 p.
23. Rao A.V., Gurfinkel D.M. Dietary saponins and human health // Proceeding of the Phytochemical Society of Europe. – 2000. – № 45. – P. 255-270.