
Раздел 5

Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности

УДК 665.7.033.22

УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ ПАРАФИНА И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НИМИ

Н.И. БИНТЫМАҚОВА, Л.И. БАЙТЛЕСОВА

(г. Уральск, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана)

Ключевые слова: нефть, асфальтосмолопарафиновые вещества, парафины, парафинизация.

Казахстан является одной из крупнейших мировых нефтедобывающих стран. Среди разведанных и эксплуатируемых месторождений наиболее крупные – Тенгиз, Карачаганак, Узень, Жетыбай, Каламкас, Кумколь и ряд других. Добываемые нефти по своим физико-химическим свойствам, таким как вязкость, содержание асфальтенов, смол и парафинов, весьма разнообразны. Нефти, обладающие высоким показателем таких свойств, относятся к реологически сложным, отличающимся высокой температурой застывания [1].

В последние годы увеличивается доля, вовлекаемых в добычу высоковязких парафинистых нефтей, которые осложнены проблемами отложения асфальтосмолопарафиновых веществ (АСПВ). Отложения приводят к снижению дебита скважин, повышенному износу оборудования, дополнительным энергетическим и материальным затратам.

Карачаганакское нефтегазоконденсатное месторождение – нефтегазоконденсатное месторождение Казахстана, расположено в Западно-Казахстанской области вблизи города Аксай. Карачаганакское месторождение, открытое в 1979 году, является одним из самых крупных нефтегазоконденсатных месторождений в мире.

Нефти месторождения Карачаганак парафинистые, содержание парафина в нефти составляет 3,1–12,4 %, это вызывает отложение парафина в подземном и наземном оборудовании, что негативно влияет на процесс добычи нефти. В процессе добычи нефти в системе внутрипромыслового сбора и транспорта возникают гидратные пробки, которые осложняют транспорт углеводородного сырья по трубопроводу [2]. При борьбе с парафиновыми отложениями большой практический интерес представляет изучение основных физико-химических свойств нефти. Результаты экспериментальных исследований нефти Карачаганакского нефтегазоконденсатного месторождения показало, что плотность исследуемой нефти 790 кг/м³, содержание механических примесей составляет 0,23%. А при исследовании содержания воды были выявлены только следы воды.

Под механизмом парафинизации следует понимать комплекс процессов, обуславливающих накопление твердой фазы на поверхности оборудования при добыче нефти. Вдоль пути движения нефти уменьшаются их температура и давление, выделяется газ, поток охлаждается, снижается растворяющая способность нефти, выделяются твердый парафин, мацеобразные асфальтены и смолы. Их отложения возможны в призабойной зоне, подъемных трубах, шлейфе, сборном трубопроводе и резервуарах.

Наиболее интенсивно парафин откладывается в подземных трубах. Толщина его слоя увеличивается с нуля на глубине 900–300 м до максимума на глубине 200–50 м, а затем уменьшается за счет смыва отложений потоком. Отложения приводят к увеличению гидравлических сопротивлений потоку и снижению дебита [3].

При добыче нефти выпадение парафина неизбежно, поскольку температура всегда снижается. Выкристаллизация парафина происходит на механических примесях нефти и стенках оборудования, причем парафин, выделившийся, внутри объема, практически не принимает участия в формировании отложений. Кристаллы откладываются в основном на дне резервуаров. Поэтому наиболее целесообразно добиться того, чтобы весь

парафин выделялся не на стенках оборудования, а внутри объема.

Основная масса твердых парафинов выпадает в интервале температур от 25 до 0°C, достигая максимума при 15–25°C. Температура при которой появляются твердые частицы парафина в нефти, т.е. температура начала кристаллизации парафина для нефтегазоконденсатного месторождения Карачаганак находится в пределах 33–36 °C.

К первым обстоятельным исследованиям в этой области следует отнести работы Рестли [4], признанные за рубежом как наиболее эффективные. Причины выпадения парафина из нефти Рестли видит в уменьшении растворимости парафина за счет снижения температуры нефти при отдаче тепла в окружающую среду, а также в результате разгазирования. Автор указывает, что выпадение парафина в твердую фазу еще не означает возникновение проблемы борьбы с отложениями парафина, так как для этого необходимы вполне определенные благоприятные условия.

В частности, Рестли считает, что кристаллы парафина, взвешенные в объеме нефти, будут прилипать к поверхности оборудования, если толщина стекающей по трубам пленки нефти окажется малой, а скорость ее движения настолько незначительной, что она не сможет нести кристаллы парафина во взвешенном состоянии. При этом, как считает автор, кристаллы прочно закрепляются на поверхности оборудования. Если поверхность оборудования холоднее, чем объем соприкасающейся с ней нефти, тогда выпадает дополнительное количество кристаллов парафина, которые также войдут в состав отложений. Если же поверхность оборудования имеет температуру, одинаковую с температурой нефти, то прочного закрепления кристаллов парафина, взвешенных в потоке, на поверхности не достигается. Рестли считает, что отложения формируются интенсивнее при ламинарном режиме движения жидкости. При турбулентном режиме кристаллы парафина остаются во взвешенном состоянии и лишь незначительная их часть оседает и закрепляется на стенках оборудования.

Браун отмечает, что присутствующие в нефти механические примеси в значительной мере интенсифицируют рост парафиновых гранул и увеличивают скорость образования парафиновых отложений [5]. При выпадении кристаллов парафина последние обнаруживают, способность к агломерации в гранулы, которые будут транспортироваться потоком нефти до тех пор, пока не осядут на стенках труб, днища резервуаров и т.д. в целом для образования отложений парафина в подъемных трубах и наземном оборудовании, по мнению автора, необходимо соблюдение следующих условий:

1. Должно быть нарушено состояние равновесия растворимости парафина нефти;
2. Выпавшие кристаллы должны приклеиться, объединиться или осесть таким образом, чтобы при нормальной эксплуатации они не могли бы быть рассеяны и унесены потоком.

Отсюда автор делает вывод, что если небольшие кристаллы смогут быть удержаны потоком во взвешенном состоянии, то проблемы парафина при этом быть не может.

Одной из первых отечественных работ, в которой более или менее четко высказано мнение о способе накопления отложений на поверхности оборудования, является работа А.Д. Амирова [6]. Освещая опыт борьбы с отложениями парафина на бакинских промыслах, автор считает, что их образование в фонтанно-компрессорных и глубиннонасосных скважинах связано с осаждением на стенках оборудования отделившейся в твердую фазу части парафина.

Р.Д. Торрей возникновение отложений парафина объясняет следующим образом [7]. Выделившийся в результате снижения растворяющей способности нефти мелкие кристаллы парафина вначале объединяются в большие гранулы, подвергающиеся действию гравитационных сил. Образовавшиеся крупные частицы парафина выносятся во взвешенном состоянии потоком нефти к местам их скопления – зонам с колеблющимся уровнем, шероховатым участкам поверхности, застойным зонам и т.д. В этом взгляды Торрея полностью совпадают с представленными Рестли, Брауна и Амирова.

Проблему борьбы с отложениями парафина можно решить на наиболее высоком уровне, применив защитные покрытия. Это достигается путем использования защитных покрытий, имеющих низкую сцепляемость с нефтяными парафинами, и путем добавления в нефть химических присадок, придающих аналогичные свойства непосредственно поверхности нефтепромыслового оборудования. Однако возможности их применения на практике неодинаковы.

Процесс отложения парафина имеет адсорбционный характер. Поэтому защитные покрытия труб гидрофильными материалами являются весьма эффективными для борьбы с отложениями парафина. Для создания защитных покрытий применяют лакокрасочные материалы (бакелитовый, эпоксидный, бакелито-эпоксидный модифицированный), а также стекло, стеклоэмали. Применение оборудования с защитными покрытиями, слабо сцепляющимися с нефтяными парафинами, позволит не только коренным образом изменить технологию добычи нефти на промыслах, но и добиться снижения прямых затрат на борьбу с отложениями парафина по сравнению с другими способами примерно в несколько раз.

Результаты исследований на примере применения в качестве защитных покрытий бакелитового лака подтвердили принципиальную возможность предотвращения отложений парафина на поверхности промышленного оборудования. Высокая эффективность этого способа и возможность его использования в качестве основы для технического переустройства промыслов обусловлена [8]:

1. Исключением скважин и промысловых систем сбора как объектов обслуживания из комплекса промысловых работ.
2. Возможностью перехода на групповую, однотрубную, герметизированную систему сбора.
3. Упрощением обвязки устья скважины при одновременном уменьшении ее металлоемкости, а также диаметров и металлоемкости выкидных линий;
4. Возможностью перехода на односменное обслуживание скважин и эффективную систему автоматизации и диспетчеризации

процессов добычи нефти;

5. Снижением объема ремонтных работ, уменьшением количества ремонтных бригад и практически отсутствием необходимости прокладывания к скважинам дорог в зимнее время;

6. Пригодностью оборудования с защитными покрытиями для эксплуатации скважин любым способом и низким уровнем затрат при нанесении защитных покрытий;

7. Уменьшением потерь нефти и экономией электроэнергии;

8. Повышением коэффициента эксплуатации скважин;

9. Резким снижением затрат на борьбу с парафином, повышением производительности труда, культуры производства и т.д.

Анализ экспериментальных данных показывает, что наиболее эффективным способом борьбы с отложениями парафина является химический метод, т.е. применение химических реагентов различного действия [9]. Добавки в поток химических реагентов способствуют гидрофилизации стенок труб, увеличению числа центров кристаллизации парафина в потоке, повышению дисперсности частиц парафина в нефти. Такими реагентами могут быть как водо-, так нефтерастворимые ПАВ. Недостатком всех способов с использованием химических реагентов является сложность подбора эффективного реагента, связанная с постоянным изменением условий эксплуатации в процессе разработки месторождения.

Известен способ борьбы с парафиновыми отложениями в нефтегазовых скважинах

с помощью устройства [10], обеспечивающего нагрев добываемой жидкости, установленного снаружи насосно-компрессорных труб. Устройство представляет собой саморегулирующийся нагреватель, выполненный в виде кабельной линии с автоматизированной системой управления его работой. Недостатком данного способа является непроизводительный расход электроэнергии, так как часть мощности кабельной линии затрачивается на неэффективный обогрев затрубного пространства.

Таким образом, анализ различных направлений борьбы с отложениями парафина показывает, что наиболее простым и эффективным из них следует признать применение недорогих и недефицитных защитных покрытий. Для этого необходимо разработать теоретические предпосылки выбора покрытий слабо сцепляющихся с нефтяными парафинами, определить круг технологически и экономически пригодных для этих целей материалов, произвести их промышленные испытания и внедрить на промыслах.

Все способы борьбы с отложениями парафина при умелом применении их уже сегодня позволяют эффективно бороться с отложениями парафина в добыче нефти. Для каждого месторождения в зависимости от физико-химических условий пластовых флюидов может применяться тот или иной способ депарафинизации. Однако изучение условий отложения и свойств парафина обязательно во всех случаях. При выборе способа борьбы с отложением парафина предпочтение следует отдавать способам предупреждения отложений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тогашева А.Р. Карамышев В.Г. Транспорт высокопарафинистых нефтей с использованием депрессорных присадок // Мониторинг и безопасность трубопроводных систем, 2004. №3. С.5-7.
2. Батманов К.Б. Исследование нефти и конденсата Карачаганакского месторождения / Батманов К.Б. // - Алматы «Ғылым»: Нефтегазовое дело. 2008. 9 с.
3. В.С. Бойко. Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений / Бойко. В.С. - М. : Недра, 1990. - 427 с.
4. Reistly С.Е. Paraffin production problems. Production Practice AIME, 1942.
5. Brown W.J Prevention and removal of paraffin accumulation. Drilling and Production Practice, vol 37(IV) 1942.

Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

6. Амиров А.Р. Депарафинизация нефтяных скважин / А.Р. Амиров. - Баку. : Азнефтеиздат, 1953.
7. Torrey P.D. Production curtailment makes paraffin problem more difficult. Oil and Gas, vol 41 № 7, 1942.
8. Тронов В.П. Механизм образования смоло-парафиновых отложений и борьба с ними / В.П. Тронов. – М. : Недра, 1969. - 192 с.
9. Батманов К.Б. Применение химических реагентов в нефтедобыче /К.Б.Батманов // - Алматы «Ғылым»: Нефть и газ. 2006 № 5 - 15 с.
10. Патент от 27.01.2011 Способ борьбы с парафиновыми отложениями в нефтяных скважинах / Коноплев Ю.П., Муляк В.В.

УДК 615.256.4:615.451.16:615.014.24

ОПТИМАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ЭКДИСТЕРОНА-СУБСТАНЦИИ АДАПТОГЕННЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ ИЗ *ACANTHOPHYLLUM GYPSOPHYLOIDES* Rgl.

¹А.М. АЛЬМАГАМБЕТОВ, ¹А.Ш. АТАНБАЕВ, ²Г.Ш. ЖАҚСЫБАЕВА, ²Г.Н. МУСИНА, ¹Ж.С. ҚАЛДЫБАЕВА, ¹Г. ХАБДОЛДА, ¹Б.И. ТУЛЕУОВ, ¹С.М. АДЕКЕНОВ
(¹г. Караганда, АО «Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия»,
²г. Темиртау, Карагандинский государственный индустриальный университет)

Обнаружение экдистероидов в растениях, как достаточно широко распространенных метаболитов, вызвало огромный интерес к массовому и систематическому поиску экдистероидсодержащих видов растений [1].

В настоящее время особо актуальны поиск и изучение новых видов растений, содержащих экдистероиды, что обусловлено широким спектром фармакологического действия этого важного класса природных соединений [2]. Перспективными являются растения родов Лихнис (*Lychnis* L.), смолевка (*Silene* L.), а также некоторых других родов сем. Гвоздичных (*Caryophyllaceae* Juss.), многие представители которых содержат экдистероиды. Кроме того, растения этих родов имеют широкий выбор экдистероидов [3,4].

Большинство экдистероидов-веществ, выделенных из животных и растительных источников и представляющих собой группу близких по химическому строению полигидроксилированных стероидов, являются естественными гормонами членистоногих, регулирующими процессы линьки и метаморфоза [5]. Первый выделенный представитель этого класса соединений был назван экдизоном (от греческого «экдизис»-линька) или α -

Другой представитель этого класса гормонов- β -экдизон, или экдистерон-самый распространенный фитоэкдистероид (обнаружен в 147 видах растений), содержит дополнительную ОН-группу в положении 20 и является 20R-гидроксиэкдизоном [6].

В современной медицинской практике экдистероидсодержащие растительные сборы применяют при нарушениях работы и снижении функций центральной нервной и репродуктивной системы, как тонизирующее и стимулирующее средство при умственной и физической усталости, для сердечно-сосудистой, заживления ран, язв, лечения различных ожогов, профилактических целях в качестве адаптогенов, анаболических, гормонорегулирующих, антидепрессивных, ноотропных и противоопухолевых средств [7-9].

В настоящее время 20-гидроксиэкдизон (экдистерон) является основным действующим веществом тонизирующего препарата «Экдистен», антирахитического препарата «Видерон», препарата на основе корневищ левзеи «Леветон», экдистероидсодержащей субстанции «Серпистен» [10] и нового отечественного препарата «Экдифит» адаптогенного и анаболического действия [11] (рисунки 1).

Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

ЭКДИЗОНОМ.

Тонизирующий препарат «Экдистен» на основе экдистерона выделенного из корней левзеи сафлоровидной и анаболический и адаптогенный препарат «Экдифит» на основе экдистероидов серпухи венценосной



Рисунок 1.

В этой связи, для исследований было отобрано ранее неисследованное на содержание экдистероидов растение колючелистник качимовидный (*Acanthophyllum gypsophyloides* Regel.)

(*phyloides* Regel.) собранный в окрестностях пос. Танбалы Чу-Илийских горах Алматинской области в мае 2012 г. фазе бутонизации. (рисунок 2).

Колючелистник качимовидный (*Acanthophyllum gypsophyloides* Regel.)



Рисунок 2.

На первом этапе исследован выход экстрактивных веществ, извлекаемых из растения колючелистника качимовидного 70%-ным водным этанолом, а далее методом об-

стной хроматографии (ОФ ВЭЖХ) (HEWLETT PACKARD Agilent 1100 Series, аналитическая колонка) 4,6·150мм, Zorbax SB -C₁₈; ПФ:10% изопропиловый спирт,

ращено-фазовой высокоэффективной жидко-

температура колонки 20°C, скорость подачи элюента 0,75 мл/мин, объем вводимый пробы 20 мкл) изучено содержание мажорного экидистероида многих растений-экидистерона.

В результате хроматографических исследований установлено, что растение *Acanthophyllum gypsophylloides* Regel. Явля-

УФ-детектирование при длине волны 254 нм,

ется перспективным источником основного экидистероида – 20-гидроксиэкидизона (20E). Экстракт надземной части сырья содержит экидистероиды, среди которых основным является 20E (количественное его содержание в экстракте составляет 0,19%, рисунок 3).

Хроматограмма экстракта надземной части *Acanthophyllum gypsophylloides* Regel (колючелистник качимовидный)

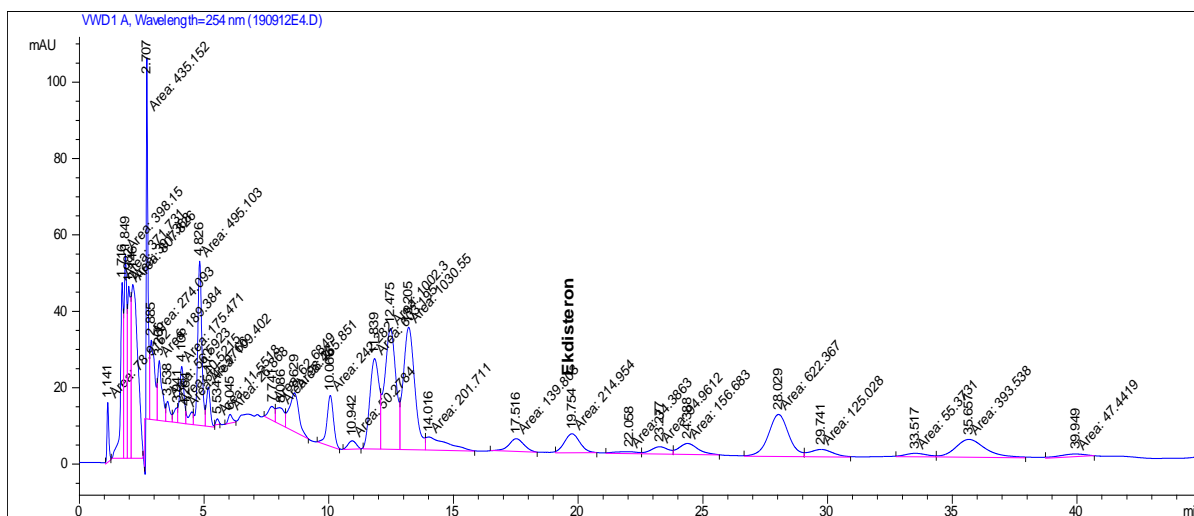


Рисунок 3.

Кроме того, в настоящее время необходимость соответствия стандартам GMP (надлежащей производственной практики) регламентирует в производстве лекарственных препаратов использование экологически безвредных технологий. Разработанная технология выделения экидистероидов должен соответствовать вышеуказанным требованиям GMP.

При разработке оптимизированной технологии выделения экидистероидов необходимо было решить ряд вопросов, связанных с технологическим процессом. Подобрать оптимальные условия экстракции экидистероидсодержащего сырья и выбрать рациональный способ очистки экстракта от водорастворимых веществ.

В процессе экстрагирования лекарственного растительного сырья одним из основных факторов, определяющих состав полученных извлечений, является тип экстрагент-

количество, можно получать извлечения, различающиеся по качественному и количественному составу БАВ.

На сегодняшний день в качестве экстрагентов для выделения фитоэкидистероидов в частности экидистерона (20-гидроксиэкидизона) используются метанол, 70%-ный этанол и 95%-ный этанол, растворимость экидистерона в перечисленных растворителях равна 7,5, 6,1 и 2,8 г/100мл [12,13].

Из-за высокой токсичности метилового спирта для выделения 20-гидроксиэкидизона нами предложено в качестве экстрагента использовать 70%-ный этиловый спирт.

По этапу установления оптимальных условий выделения 20-гидроксиэкидизона была проведена работа по определению основных технологических факторов, влияющих на процесс экстрагирования и максимального извлечения экидистероидов и целевого продукта из надземных частей экидесте-

та. Изменяя экстрагент, его концентрацию и | роидсодержащего растительного сырья.

Принципиальная блок-схема выделения 20-гидроксиэкдизона из надземной части *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel

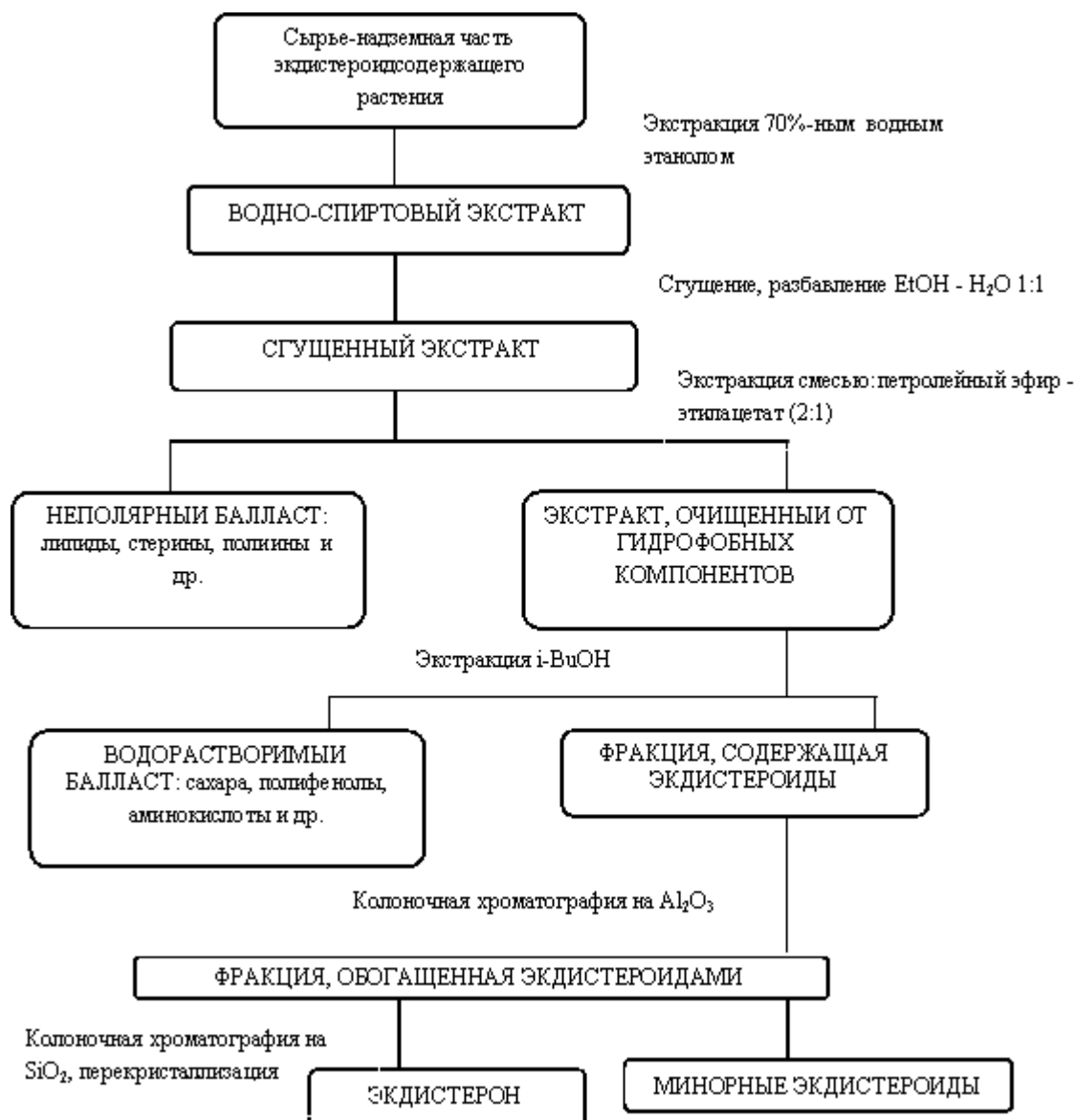


Рисунок 4.

Экстракция надземной 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 обраба-

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 экдистероидов с сопутствующими веществами в виде густой зеленой сиропообразной массы. Методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) и качественного анализа установлено наличие экдистероида. При многократном колончат-

ли смесью петролейного эфира и этилацетата
ния (I степени активности по Брокману, масса сорбента 1,6 кг) и при элюировании колонки смесью хлороформ-этанол (90:10) была выделена фракция на основании ТСХ («Sorbfil»), физико-химических констант и спектральных данных (ИК-, УФ-, ЯМР¹H и ¹³C) охарактеризованная как хроматографически чистое индивидуальное вещество-экдистерон.

Принципиальная технологическая схема

ном хроматографировании на окиси алюми-

выделения 20-гидроксиэкдизона из растительного сырья отражена на рисунке 4.

Таким образом, нами впервые разработана оптимизированная блок-схема выделения и разделения основного технологически доступного экдистероида 20-гидроксиэкдизона и сопутствующих минорных экдистероидов из надземной части *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Балтаев У.А. Фитоэкдистероиды: структура, источники и пути биосинтеза в растениях // Биоорганическая химия. – Т.26, №12. – С.892-925.
2. Smagulova F.M., Nurmagan M.R., Itzhanova H.J., Tuleuov B.I., Belousov M.V., Adekenov S.M. Technology for «Ecdyphyt» tablets // Proceeding of 7 International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds. – Tashkent, 2007. – С.293.
3. Zibareva L., Volodin V., Saatov Z., Savchenko T., Whiting P., Lafont R., Dinan L. Distribution of phytoecdysteroids in the Caryophyllaceae // Phytochemistry. – 2004. – V.64. - №2. – P.499-517.
4. Zibareva L., Yeromina V.I., Munkhjargal N., Girault J.P., Dinan L. and Lafont R. The phytoecdysteroid profiles of 7 species of Silene (Caryophyllaceae) // Arch. Insect. Biochem. Physiol. – 2009. - №72. – P.234-248.
5. Ахрем А.А., Ковганко Н.В. Экдистероиды: Химия и биологическая активность.- Минск: Наука и техника, 1989.-327с.
6. Балтаев У.А. Фитоэкдистероиды: структура, источники и пути биосинтеза в растениях // Биоорганическая химия.-2000.-Т.26.-№12.-С.892-925.
7. Дарморгай В.Н., Петров В.К., Ухов Ю.Н. Теоретическое и клиническое обоснование концептуальной модели механизма действия фитоэкдистероидов // Межрегиональный сборник научных трудов «Биохимия на рубеже XXI века»,.-Рязань, 2000.-С.489-492.
8. Пчеленко Л.Д., Метелкина Л.Г., Володина С.О. Адаптогенный эффект экдистероидсодержащей фракции *Serratula coronata* L. // Химия растительного сырья.-2002.-№1.-С.69-80.
9. Плотников М.Б., Алиев О.И., Васильев А.С. и др. Влияние экстракта левзеи сафлоровидной на реологические свойства крови у крыс с артериальной гипертензией // Экспериментальная и клиническая фармакология.-2001.-№64 (6).-С.45-47.
10. Володин В.В. Физиологическая активность фитоэкдистероидов и перспективы их использования в медицине // Материалы X Международного съезда-Фитофарм 2006 «Актуальные проблемы создания новых лекарственных препаратов природного происхождения».- Санкт-Петербург, 2006.-С.-43-52.
11. Тулеуов Б.И. Стероидные соединения растений и лекарственные препараты на их основе. Поиск, химическая модификация и практические аспекты применения.–Караганда: Гласир, 2009.-208с.
12. Ануфриева Э.Н., Володин В.В., Носов А.М., Гарсия М., Лафон Р. Состав и содержание экдистероидов в растениях и культуре ткани *Serratula coronata* L.// Физиология растений.-1998.-№3.-С.382-389.
13. Bathori M., Mathe I., Guttman A. Determination of 20-hydroxyecdysone content by thin-layer chromatography and micellar electrokinetic chromatography // Chromatography.-1998.-Vol.48.-P.145-148.

УДК 615.256.4:615.451.16:615.014.24

ОПТИМАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛИОКСИСТЕРОИДОВ ИЗ ЭКДИСТЕРОИДСОДЕРЖАЩЕГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ СМОЛЕВКИ КУСТАРНИЧКОВОЙ *SILENE FRUTICULOSA* (PALL.) SCHISCHK

¹О.У. КУАТБАЕВ, ¹Г. ХАБДОЛДА, ¹Е.А. БАЙЖИГИТ, ²Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА,
¹Б.И. ТУЛЕУОВ, ³В.А. ХРИПАЧ, ¹С.М. АДЕКЕНОВ

(Казахстан, ¹г. Караганда, АО «Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия», ²г. Темиртау, Карагандинский государственный индустриальный университет, ³Беларусь, г. Минск, Институт биоорганической химии НАН РБ)

Изучение новых и малоисследованных видов растений в качестве источника фармакологически активных полиоксистероидов – актуальная проблема, значение которой обусловлено широким спектром фармакологического действия этого важного класса природных соединений [1].

Основным специфическим признаком большой группы природных стероидов (экдистероиды, brassinosteroids, витанолиды, стероиды морских организмов, карденолиды, метаболиты витамина Д и др.) является наличие нескольких окисленных центров и их определенная стереохимия, которые отвечают за биологическую активность. Соединения этой группы полиоксистероидов, в частности экдистероиды и brassinosteroids, являются в настоящее время предметом пристального научного интереса многих мировых исследовательских и фармацевтических центров в связи с большими возможностями их использования в качестве новых физиологически активных веществ – основ многих высокоэффективных препаратов медицинского и сельскохозяйственного назначения.

Экдистероиды (экдизоны) регулируют процессы линьки насекомых и ракообразных. При этом выделены они (фитоэкдистероиды) и из многочисленных растительных источников. К настоящему времени известно более 500 экдистероидов, из них в растениях в значительных количествах встречается мажорный экдистерон (1) или 20-гидроксиэкдизон (20E) (2 β , 3 β , 14 α , 20R, 22R, 25 – гексагидрокси – 5 β (H) – холест – 7 – ен – 6 – он) [2].

Brassinosteroids впервые выделенные в 1979 году из пыльцов *Brassica napus* L. являются сравнительно новым классом природных фитогормонов отдельный представитель – 24 – эпибрассинолид (22R, 23R, 24R) – 2 α , 3 α , 22, 23 -тетрагидрокси – 24 – метил – 8 – гомо – 7 – окса – 5 α (H) – холест – 6 – он) (6) который уже нашел достойное применение в сельскохозяйственной практике. В настоящее время из различных природных источников выделено и охарактеризовано более 70 представителей этого класса соединений [2].

Несмотря на уникальность и богатое разнообразие местной флоры (более 6000 видов растений, из которых 667 являются эндемичными), ранее работы по химии, технологии и фармакологии полиоксистероидов в Казахстане не проводились и учитывая острую необходимость разработки оригинальных отечественных адаптогенных, анаболических и тонизирующих средств в Казахстане, а именно в холдинге «Фитохимия» с 2005 года начато активное систематическое исследование растений нашей республики перспективных в качестве сырья для получения экдистерона – действующего вещества многих адаптогенных препаратов.

Поиск экдистерона также особо необходим в связи с тем, что на всех этапах стандартизации применяемых в настоящее время в медицинской практике адаптогенных и анаболических средств в ряду сырья – субстанция – препарат для оценки его подлинности и количественного определения действующего вещества он используется в качестве внешнего стандарта – стандартного образца [3].

В этой связи для комплексного исследования стероидного профиля растения смолевки кустарничковой *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk. собранной фазу цветения в

2013 году в окрестностях Алгабасского сельского округа Восточно-Казахстанской области первоначально подвергли к изучению ее надземную часть (рисунок 1).

Растение *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk



Рисунок 1.

Изучение полиоксистероидного профиля смолевки кустарничковой *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk, которая встречается на всей территории Казахстана в природных местобитаниях. Высушенные на воздухе растения экстрагировали водным этанолом и далее полученный экстракт подвергали очистке от неполярных компонентов путем промывки смесью петролейного эфира с этилацетатом. Очистка от водорастворимых примесей была осуществлена путем экстракции растворенной в воде экдистероидной фракции изобутанолом. Полученную смесь экдистероидов наносили на колонку с силикагелем, элюируя ступенчатым градиентом хлороформа с метанолом. Элюат из колонки объединили в 8 фракций, основываясь на данных ТСХ-анализа. Для всех фракций **Ф-1 - Ф-8** были записаны ¹H ЯМР и масс-спектры, на основании которых фракции **Ф-1 - Ф-4, Ф-6** были исключены из дальнейшего рассмотрения как не содержащие стероидов. Фракция **Ф-8** содержала индивидуальное соединение, структура которого доказана путем сравнительного анализа его ¹H- и ¹³C ЯМР-спектров. Они обнаружили полную идентичность с соответствующими спектрами, полученными для аутентичного образца экдистерона (**1**).

Дальнейшая работа с фракциями **Ф-5** и **Ф-7** предполагала их дополнительную очистку, однако повторная хроматография на силикагеле с использованием других растворителей не дала желаемых результатов. Решением проблемы стало ацелирование фракций **Ф-5** и **Ф-7** с последующим выделением ацетатов и анализом последних методами ЯМР спектроскопии и масс-спектрометрии. Основываясь на совокупности спектральных данных, выделенным соединениям приписана структура 2-дезоксизекдизона (**2**) и 2-дезоксизекдистерона (**3**) (рисунки 2-4).

Таким образом, проведенное исследование показало, что надземные части смолевки кустарничковой *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk содержат экдистерон в качестве основного экдистероида (содержание 2.4 г/кг сухого веса), а также 2-дезоксизекдизон (0.45 г/кг) и 2-дезоксизекдистерон (0.11 г/кг) циастерон (0,056 г/кг) в качестве минорных представителей этого класса полиоксистероидов (таблица 1).

Нами также из надземной части данного растения выделен истинный гормон линьки и метаморфозы насекомых – α-эkdизон (2β, 3β, 14α, (22R), 25-пентагидрокси- 5β (H) – холест – 7 – ен – 6 - он), тонкое строение которых ус-

тановлено с применением спектральных методов (^{13}C , ^1H – ЯМР спектроскопия) в Институте химии растительных веществ АН РУз

(г. Ташкент). Следует особо отметить, что α -экдизон (4) из исследуемого малоизученного растения выделен впервые (рисунки 5, 6).

Структурные формулы экдистерона и других полиоксистероидов

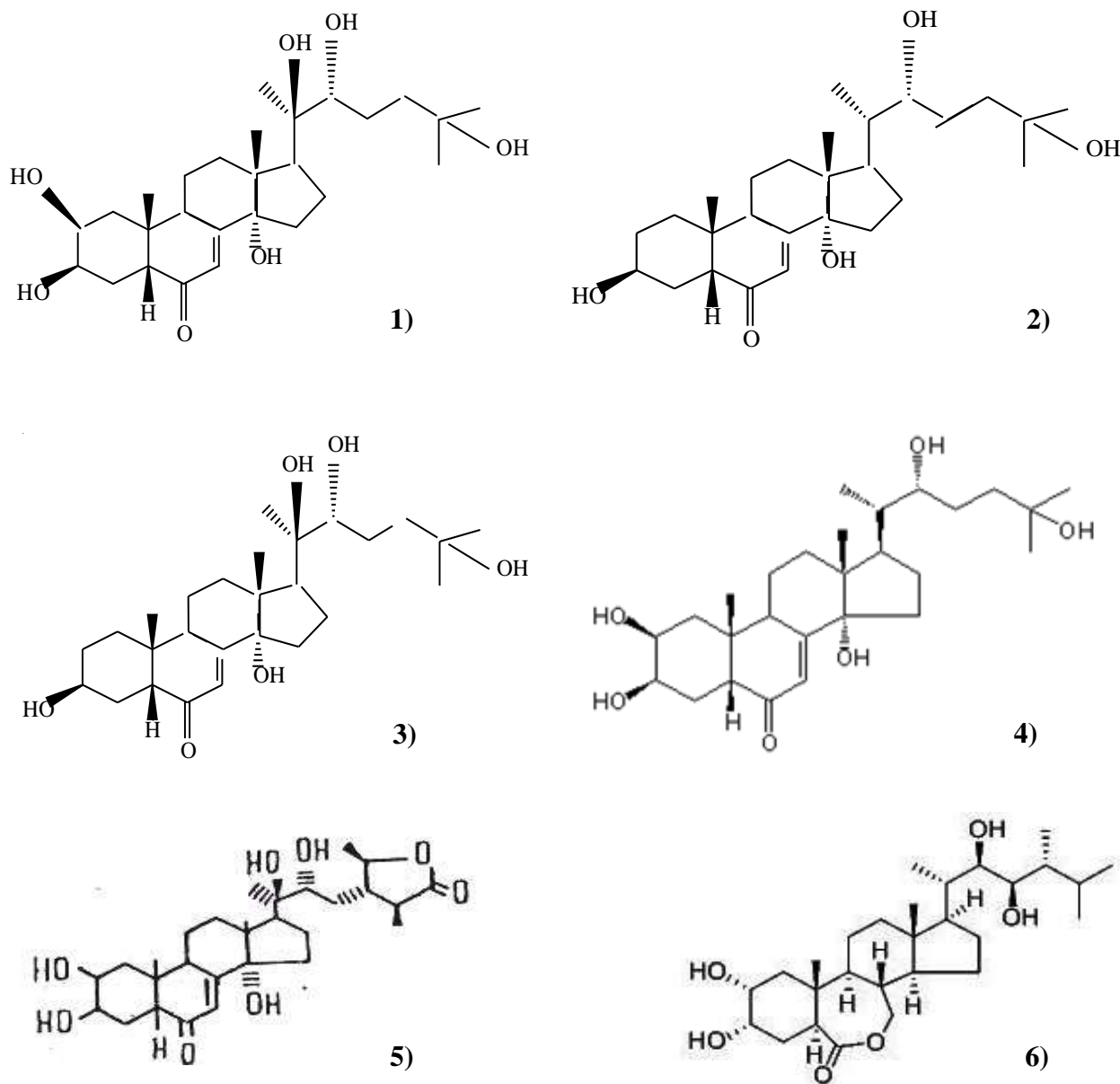


Рисунок 2.

Таблица 1.

Содержание экдистероидов (г/кг сухого веса) в растении смолевки кустарничковой

Образец растения	Содержание (1) экдистерона	Содержание (2) 2- дезоксиэкдизона	Содержание (3) 2-дезоксиэкдистерона	Содержание Циастерона (5)
<i>Silene fruticulosa</i> (Pall.) Schischk (<i>SiFr-Ex</i>)	2,4	0,45	0.11	0,056

^1H ЯМР спектр экистерона (1) (фракции *SiFr-Ex*)

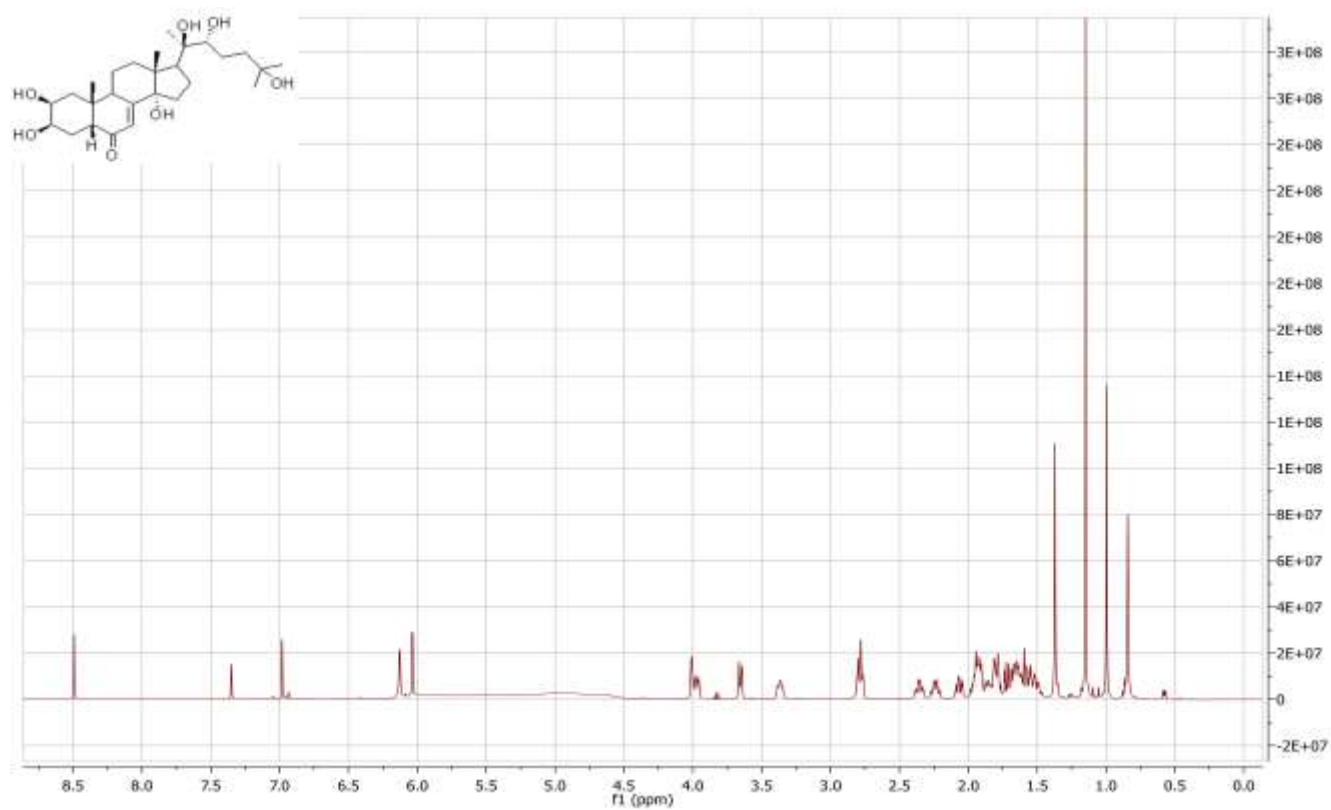


Рисунок 3.

^{13}C ЯМР спектр экистерона (1) (фракции *SiFr-Ex*)

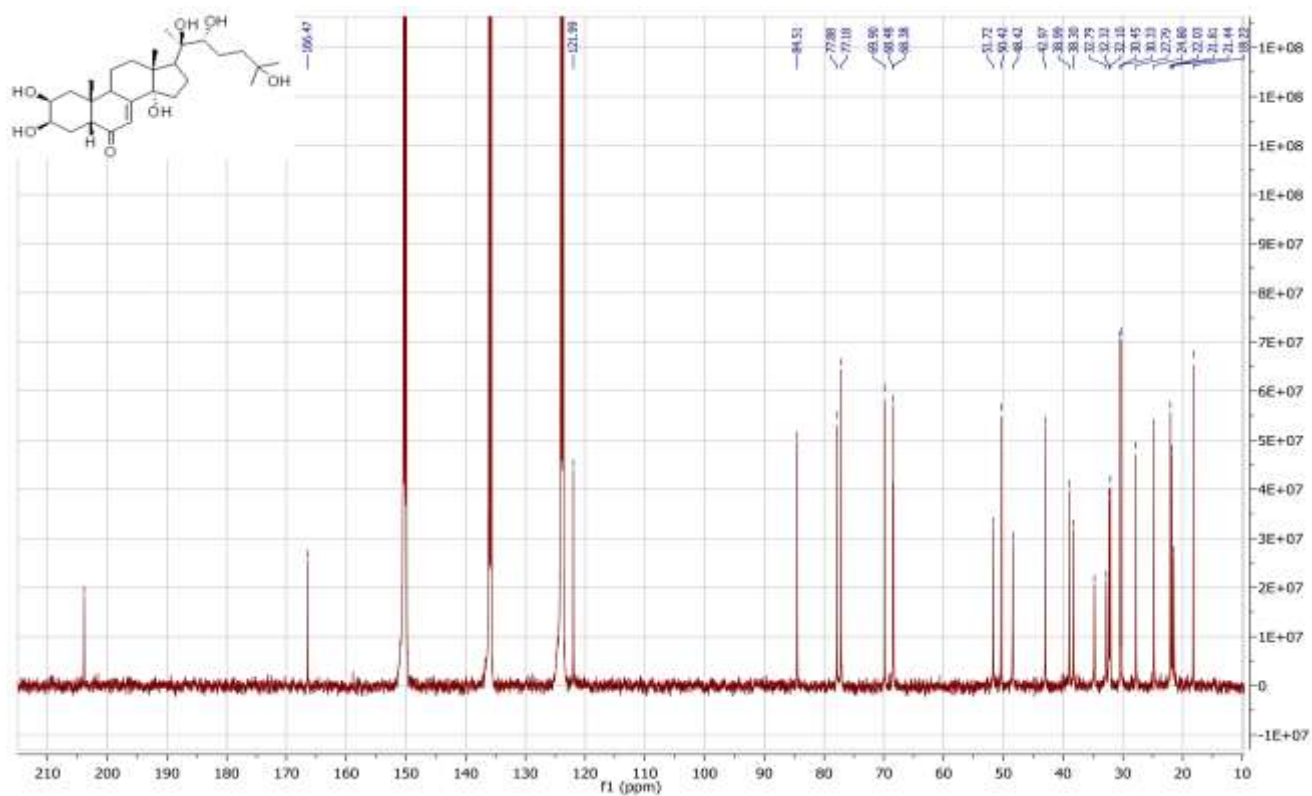


Рисунок 4.

^1H ЯМР спектр α -экдизона (4)

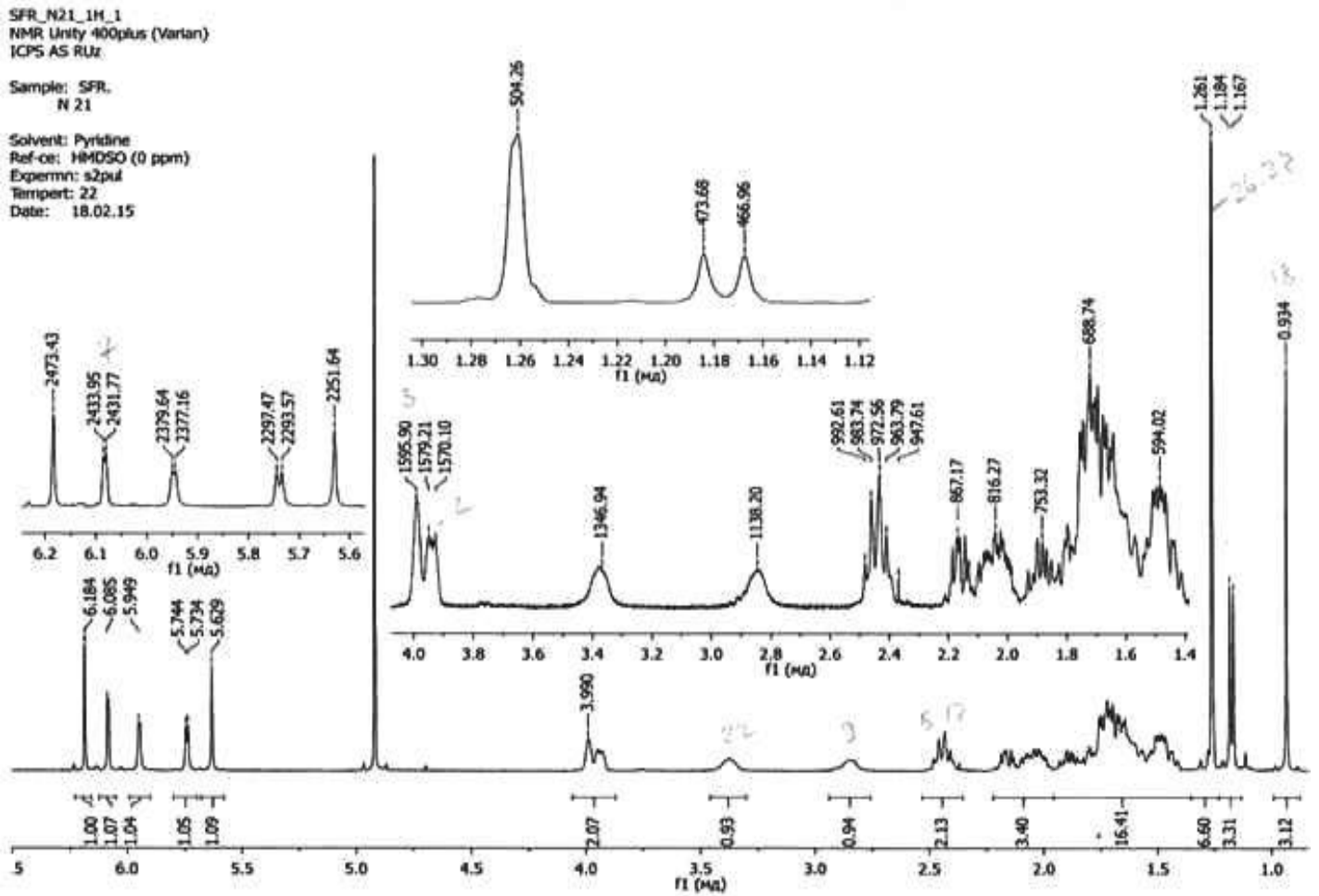


Рисунок 5.

^{13}C ЯМР спектр α -экдизона (4)

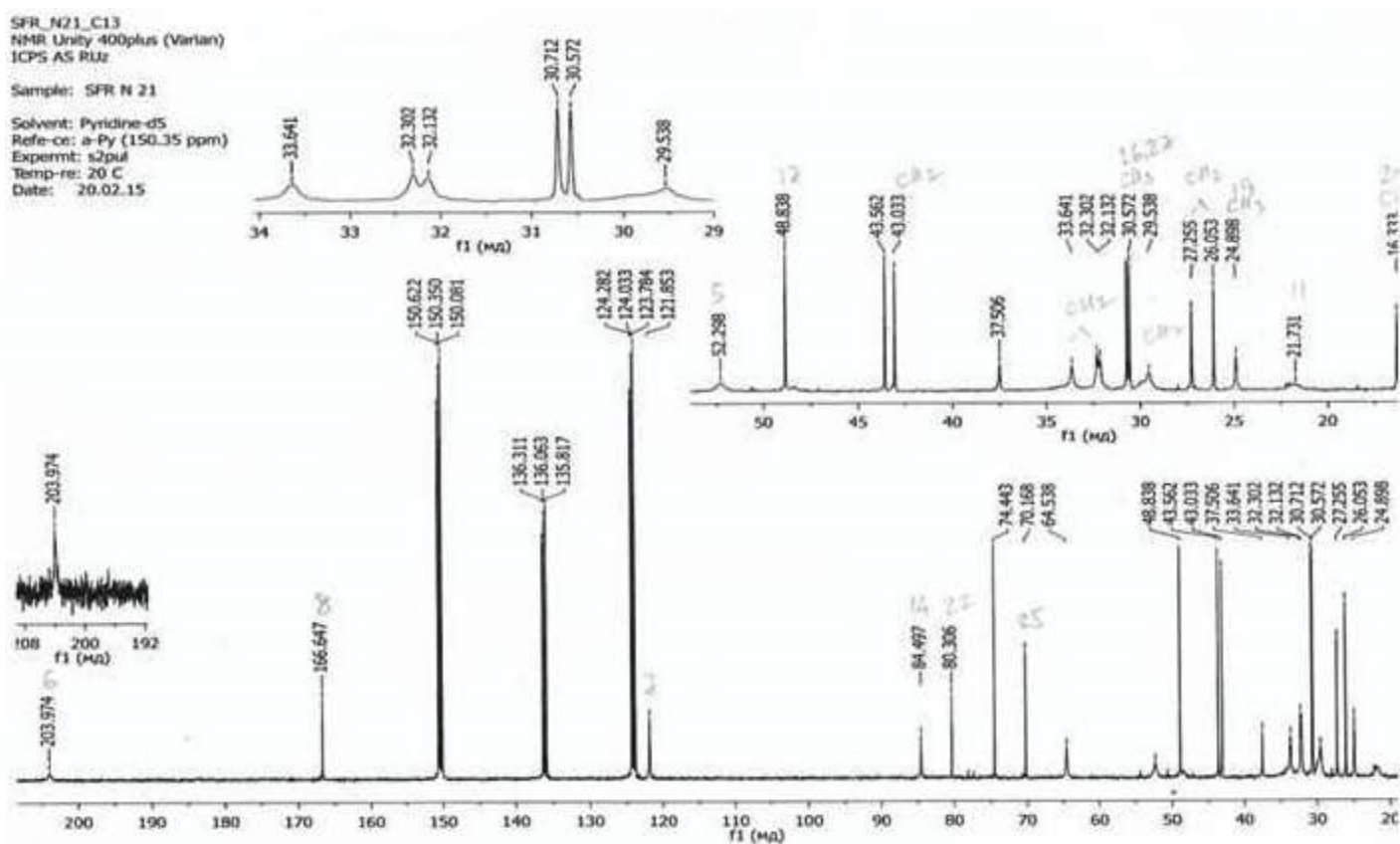


Рисунок 6.

Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

В настоящее время одним из традиционных и успешно развиваемых направлений биоорганической химии являются исследование низкомолекулярных биорегуляторов и, в первую очередь, стероидных гормонов и их аналогов, в том числе экдизонов – экдистероидов (гормонов насекомых и растений) и брассиностероидов – нового класса гормонов растений. Именно комплексный подход к решению проблем этого обширного класса

природных соединений, выполняющих важные регуляторно – физиологические функции человека, животных, микроорганизмов и растений, включающий поиск и определения содержания указанных вторичных метаболитов в растениях, установления строения и биологического действия, зависимости «структура – функция», может создать основу для получения не только научно значимых, но и практически важных результатов.

Принципиальная блок-схема выделения экдистерона и родственных полиоксистероидов из надземной части *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk

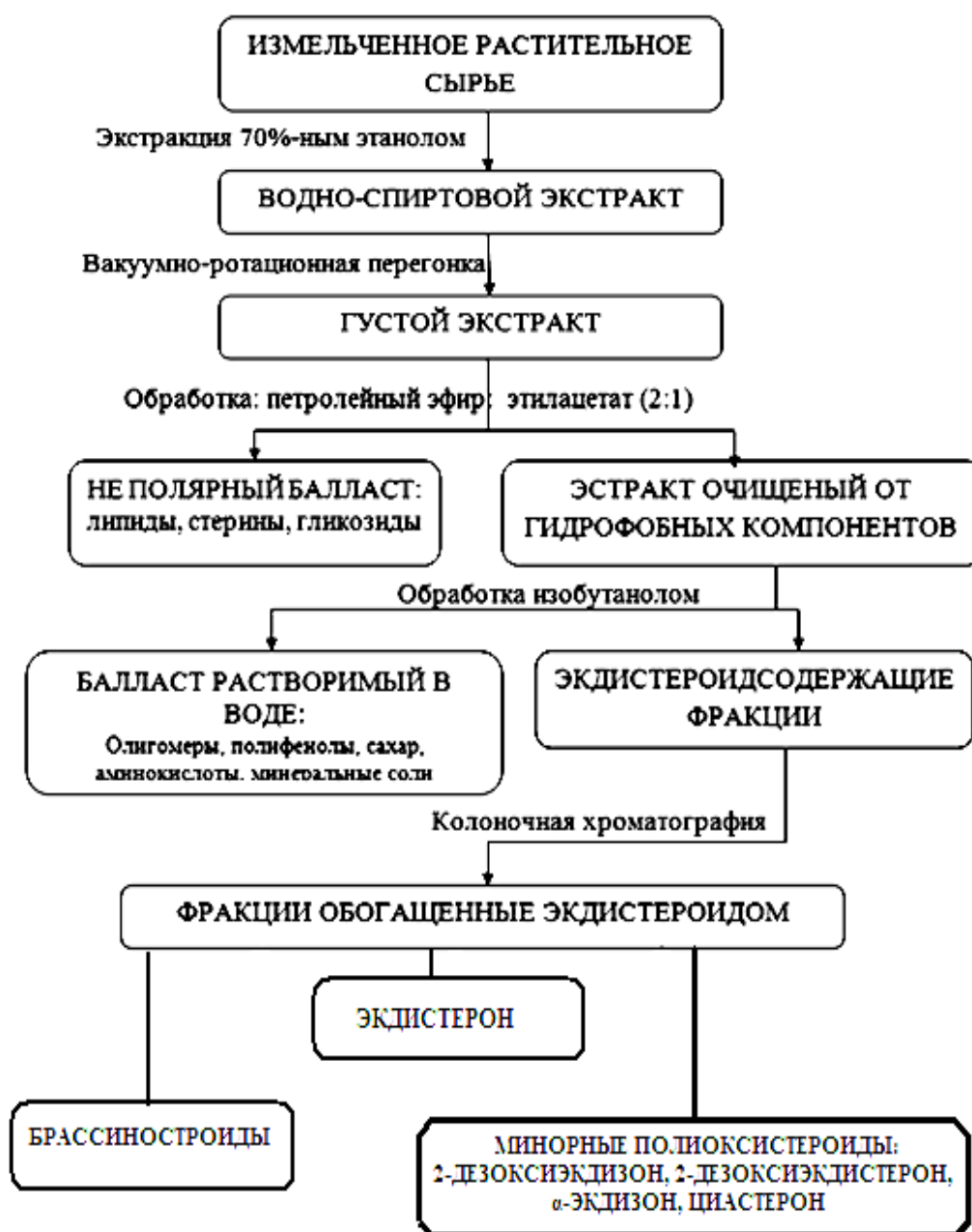


Рисунок 7.

В этой связи, в настоящей работе впервые в Казахстане проведен химический скрининг растения смолевки кустарничковой на качественные и количественные определение содержания родственных полиоксистероидов – брассиностероидов. Фитохимическое изучение содержания вышеуказанных полиоксистероидов проведено с применением иммуноферментных аналитических систем разработанных нашими белорусскими коллегами из Института биоорганической химии (ИБОХ НАН Беларуси, г. Минск). По результатам исследования содержание 24-R-метилбрассиностероидов и 28-гомобрассиностероидов в изученном растении составило 881нг/г и 678 нг/г экстракта соответственно.

Таким образом, впервые изучен полный полиоксистероидный профиль *Silene fruticulosa* (Pall.) Schischk.

Проведенные исследования позволили нам предложить принципиальную блок-схему выделения экдистерона и родственных полиоксистероидов из данного растения (рисунок 7).

Таким образом, нами разработана оптимизированная блок – схема выделения и разделения основных технологических доступных экдистероидов экдистерона, 2-дезоксидекдизона, 2-дезоксидекдистерона, α-эkdизона, циастерона, а также брассиностероидов из надземной части данного эkdистероидсодержащего растительного сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Lafont R., Dinan L. Practical uses for ecdysteroids in mammals and human: an update // Journal of Insect Science. – 2003. – Vol. 3. – P. 1 – 30.
2. Жилицкая Г.А. Синтез производных полиоксистероидов и их аналогов, модифицированных в боковой цепи и циклах А и В // Автореферат дисс. канд. хим. наук., Минск, 2013 – 22с.
3. Тулеуов Б.И. Стероидные соединения растений и лекарственные препараты на их основе. Поиск, модификация и практические аспекты применения. Караганда: Гласир, 2009. – 208с.

УДК 547.926

ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ ЭКДИСТЕРОИДСОДЕРЖАЩЕГО РАСТЕНИЯ *ACANTHOPHYLLUM* *GYP SOPHYLOIDES* REGEL

Ж.С. КАЛДЫБАЕВА, Г.Н. МУСИНА, Г. ХАБДОЛДА, Г.Ш. ЖАКСЫБАЕВА
(г. Темиртау, Карагандинский государственный индустриальный университет)

Современная практическая медицина поставила перед фармацевтической технологией новые теоретические и практические вопросы, решение которых позволяет качественно изменить подход к созданию лекарственных препаратов. В этой связи одним из стратегических приоритетов развития отечественной фармацевтической науки и промышленности является поиск подходов для более полного использования собственных ресурсов дикорастущего и культивируемого растительного сырья и создание на его основе оригинальных фитопрепаратов, доступных по ценам, в то же время не уступающих

по качеству их конкурентным аналогам[1].

В последние годы интерес многих научных центров прикован к такому перспективному классу стероидных соединений, как эkdистероиды, обладающих анаболической, психостимулирующей, адаптогенной и другими видами активности на фоне отсутствия токсических и андрогенных эффектов.

В настоящее время становится все более очевидным, что процесс в изучении биологической активности эkdистероидов и возможностей их практического использования зависит от их доступности. Поскольку природные источники эkdистероидов весьма

ограничены, представляется актуальной задача их химического синтеза из доступного сырья[2].

Экдистероиды (рис. 1) регулируют процессы линьки насекомых и ракообразных. При этом выделены они (фитоэкдистероиды) и из растительных источников. К настоящему времени известно более 500 экдистероидов, из них в растениях в значительных количествах встречается экдистерон или 20-гидроксиэкдизон (20 E).

Экдистерон

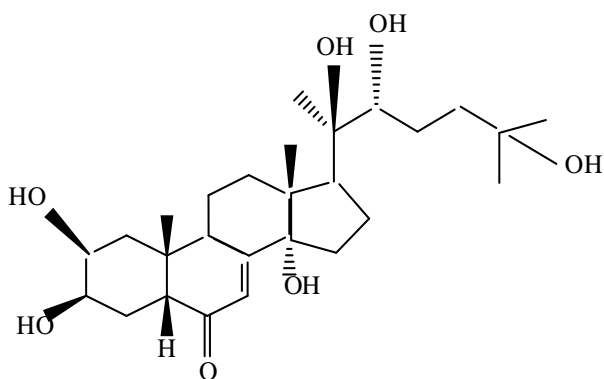


Рисунок 1.

Поиск экдистерона также особо необходим в связи с тем, что на всех этапах стандартизации адаптогенных и анаболических средств в ряду сырья – субстанция – препарат для оценки его подлинности и количественного определения действующего вещества он используется в качестве внешнего стандарта – стандартного образца[3].

В литературных источниках по содержанию экдистероидов сравнительно богатым является виды рода *Silene*, а также некоторые другие рода *Gastrolychnis*, *Lychnis*, *Coscyganthe* и др. [4] сем. Гвоздичных (*Caryophyllaceae* Juss.). Экдистероиды обнаружены также у видов родов *Dianthus* и *Melandrium* [5]. Сведения по экдистероидам рода колючелистник (*Acanthophyllum*) в доступной научной литературе нет.

Нами установлено, что колючелистник качимовидный (*Acanthophyllum gypsophyloides* Regel.), собранный в окрестностях пос. Танбалы Чу-Илийских горах Алматинской области в мае 2012 г. фазе бутонизации содержит экдистероиды, среди которых основным

является экдистерон (количественное содержание в экстракте 0,19% соответственно). Растение *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel. в основном содержит тритерпеновые сапонины, где их содержание доходит до 12% и широко используется наряду с другим растением – *Saponaria officinulis* L. как пенообразователи при производстве шипучих напитков и халвы. Экдистероидный состав растения не изучен. В этой связи объектом исследования выбрали надземные части растения *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel (рис. 2). Для комплексного изучения химического состава растений колючелистник качимовидный был собран в окрестностях пос. Танбалы Чу-Илийских горах Алматинской области в мае 2012 г. фазе бутонизации.

Растения *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel



Рисунок 2.

Экспериментальная часть

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, С, скорость подачи температура колонки

20 элюента 0,75 мл/мин, объем вводимый пробы 20 мкл) изучено содержание экидистерона. В результате хроматографических исследований установлено, что растение *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel. является перспективным источником основного экидистероида – 20-гидроксиэкидизона (20E). Экстракт надземной части сырья содержит экидистероиды, среди которых основным является 20E (количественное его содержание в экстракте составляет 0,19% (рис. 3).

Экстракция надземной 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 500С. К полученной густой коричневой сиропобразной массе добавили 0,2 л этанола и 0,4 л воды. Далее

полученный этанольный экстракт обработали смесью петролейного эфира и этилацета 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 экидистероидов с сопутствующими веществами в виде густой зеленой сиропобразной массы. Методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) и качественного анализа установлено наличие экидистероида. При многократном колоночном 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.

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

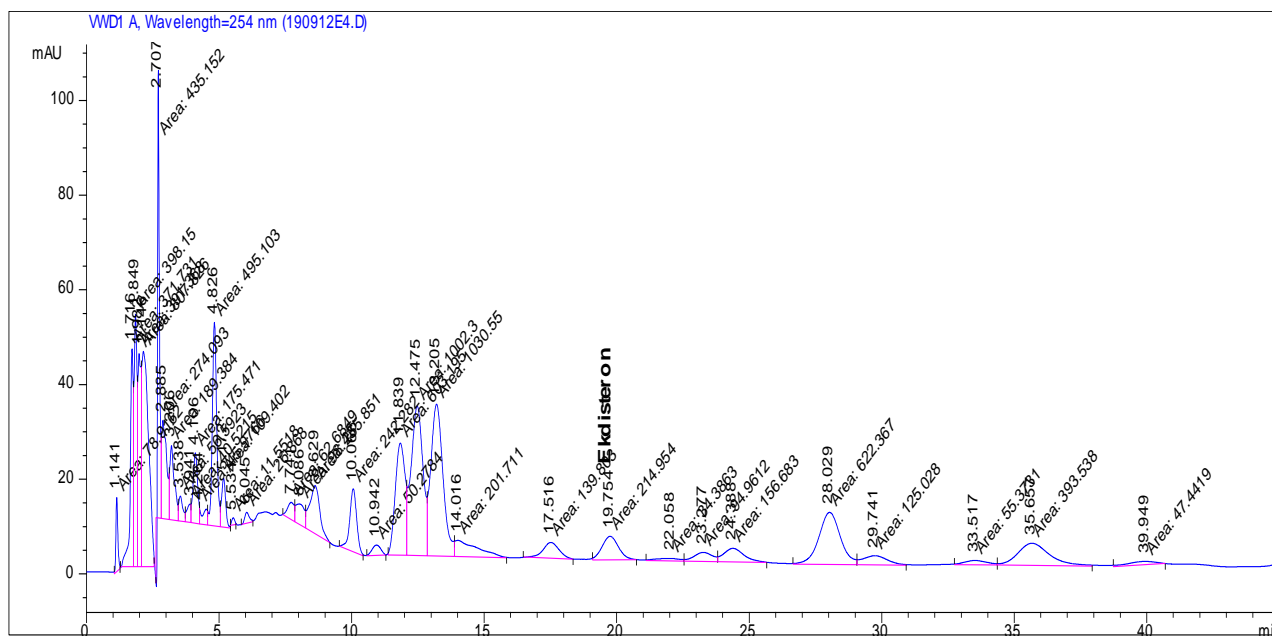


Рисунок 3.

При многократном колоночном хроматографировании на Al_2O_3 из исследуемых растений были выделены фракции (стероидные компоненты) на основании ТСХ (плас-

тинки «Silufol» и «Sorbfil») охарактеризованные как хроматографически индивидуальные вещества с характерными температурами плавления. Стероидные компоненты

ИК спектр образца *Acanthophyllum gypsophyloides* Regel, выделенного из колючелистника качимовидного

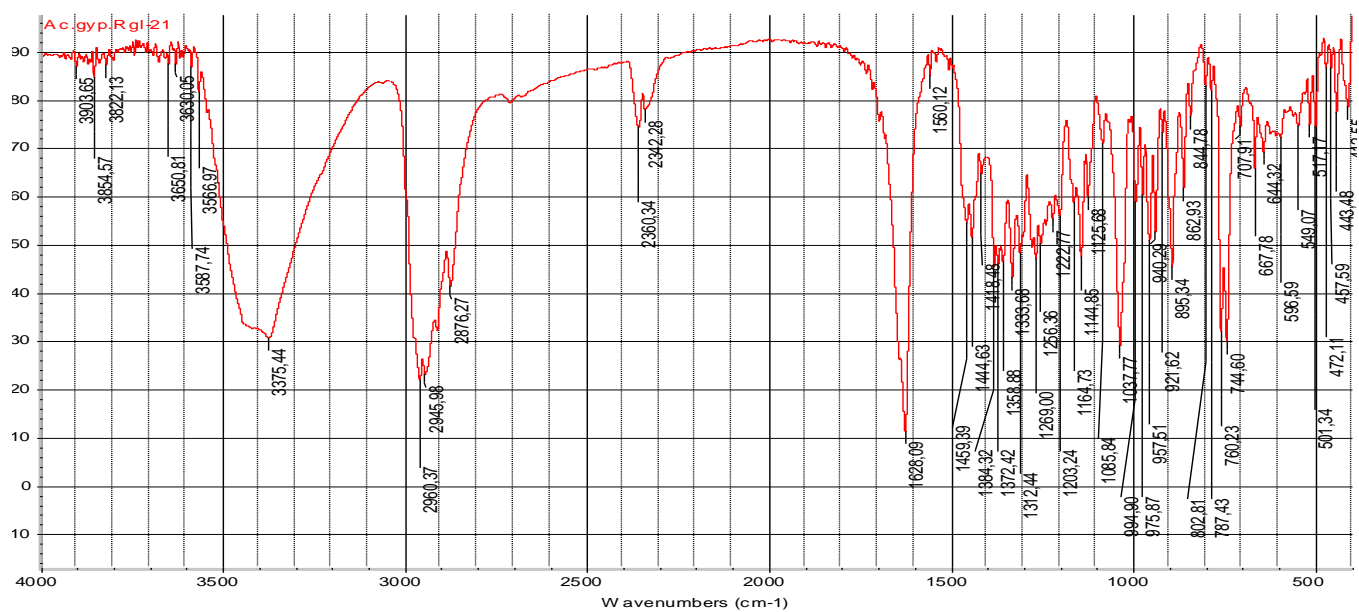


Рисунок 4.

УФ спектры образца Ac.Gyp.Rgl.-21 выделенного из
колючелистника качимовидного

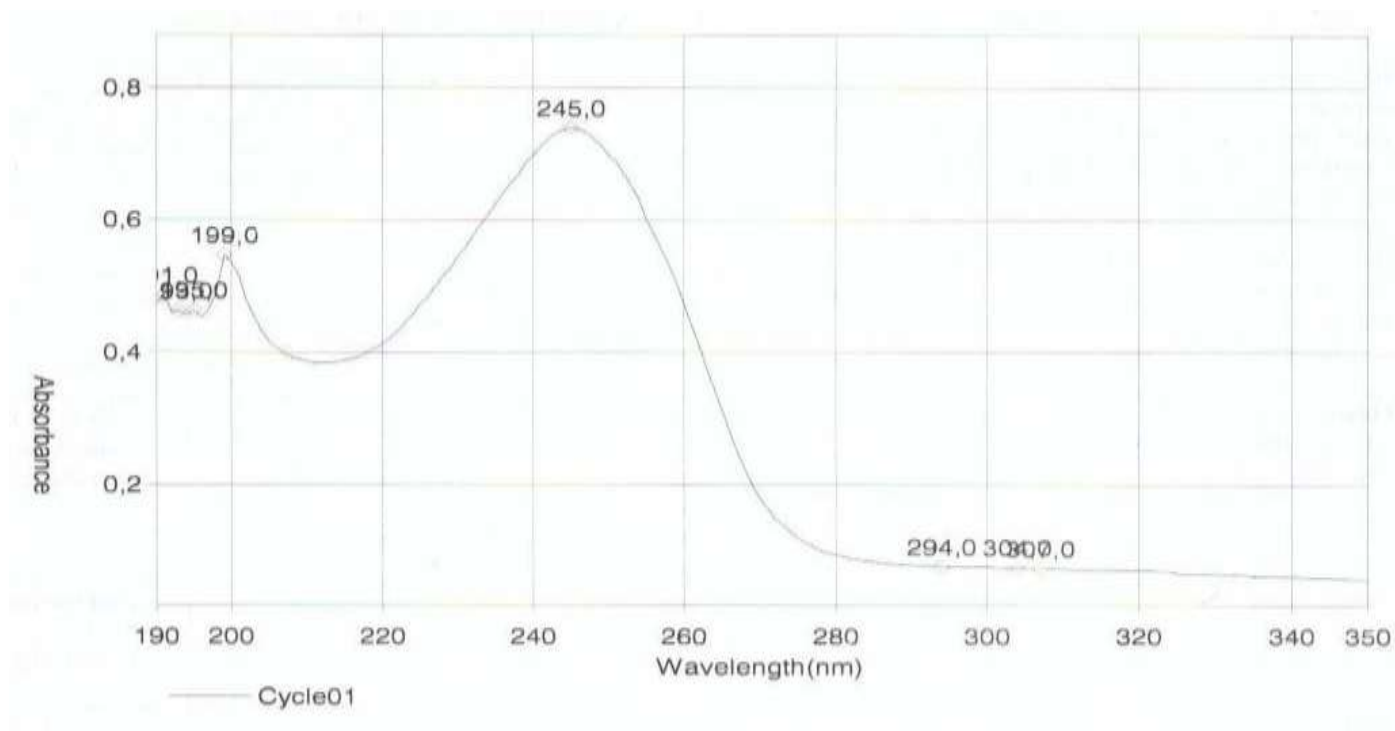


Рисунок 5.

Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

в ИК-спектрах имеют интенсивную полосу поглощения при $1628-1654 \text{ см}^{-1}$, характерную для сопряженного карбонила $-\Delta^7$ -6-кетогруппировок а при $3335-3587 \text{ см}^{-1}$ гидроксильных групп экистероидов, а в УФ-спектрах-максимум поглощения в области $244-245 \text{ нм}$, что свидетельствуют о наличии в структурах веществ хромофора, представ

ленного β , β -диалкилзамещенной α , β -ненасыщенной кетогруппой (рис. 4, 5).

Тонкие структуры выделенных образцов стероидной природы в настоящее время устанавливаются с применением ЯМР-спектроскопии. Физико-химические параметры выделенных стероидных компонентов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Физико-химические параметры выделенных стероидных компонентов из *Acanthophyllum gypsophyloides Regel*

Шифр образца и источник выделения	УФ (λ_{max} , нм, lgε, ЕТОН)	ИК (KBr), $\nu / \text{см}^{-1}$	$T_{\text{пл}}$, $^{\circ}\text{C}$	ВЭЖХ % чистота
Ас.Гур.Ргл.-№18-29 (I) колючелистник качимовидный	244	3335-3566(ОН)1639 (сопряж.карбонил)	202-204	99,68
Ас.Гур.-№18-29 (II) колючелистник качимовидный	245	3384-3528 (ОН) 1640 (сопр.кетогр)	230-232	99,82
Ас.Гур.Ргл.-№21 колючелистник качимовидный	245	3375-3587(ОН) 1628 (сопряж.карбонил)	230-231	99,51
Ас.Гур.-№85 колючелистник качимовидный	204	3317-3402 (ОН) 1508	188-190	94,85
Ас.Гур.-№104-109 колючелистник качимовидный	242	3317-3401 (ОН) 1509	184-186	79,34

Качественный анализ биологических активных веществ надземной части растения *Acanthophyllum gypsophyloides Regel*

Исследованиями с использованием качественных реакций, методов хроматографии (БХ, ТСХ и газо-жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектором) нами было установлено, что химический состав суммарных извлечений из надземных частей вышеуказанных растений, произрастающих на территории Казахстана, являются многокомпонентными и представлен разными классами соединений[6].

В исследуемых объектах были обнаружены высокомолекулярные спирты и жирные кислоты и их сложные эфиры, β -ситостерол, α -амирин, стигмастерол, силосаны, азабициклоеноны, пираноны, тио и тиофенопроизводные, N,N' -дизамещенные

производные диаминов, замещенные анизоли, фенольные соединения и их пропенил, ацетамид производные, флаваноны, глицерин, эфиры глицеролов, моноацетат пропантриола, глюкопиранозиды, ванилин лактозиды, оксазолы, фитол, бензойная кислота, бензофураны, эйкозанолы, гептакозаны, витамин Е, фталаты и др.

Таким образом, проведенные хроматографические анализы (масс-спектрометрический хроматограф с дополнительным газом 5975 С insertMSD фирмы Agilent Tehnologies 7890А) на растение колючелистника качимовидного показало компонентные части биологические активных веществ и предшественники биосинтеза стероидов (рис. 6.).

Общая хроматограмма (совмещенный с масс-спектроскопией) надземной части
колючелистника качимовидного

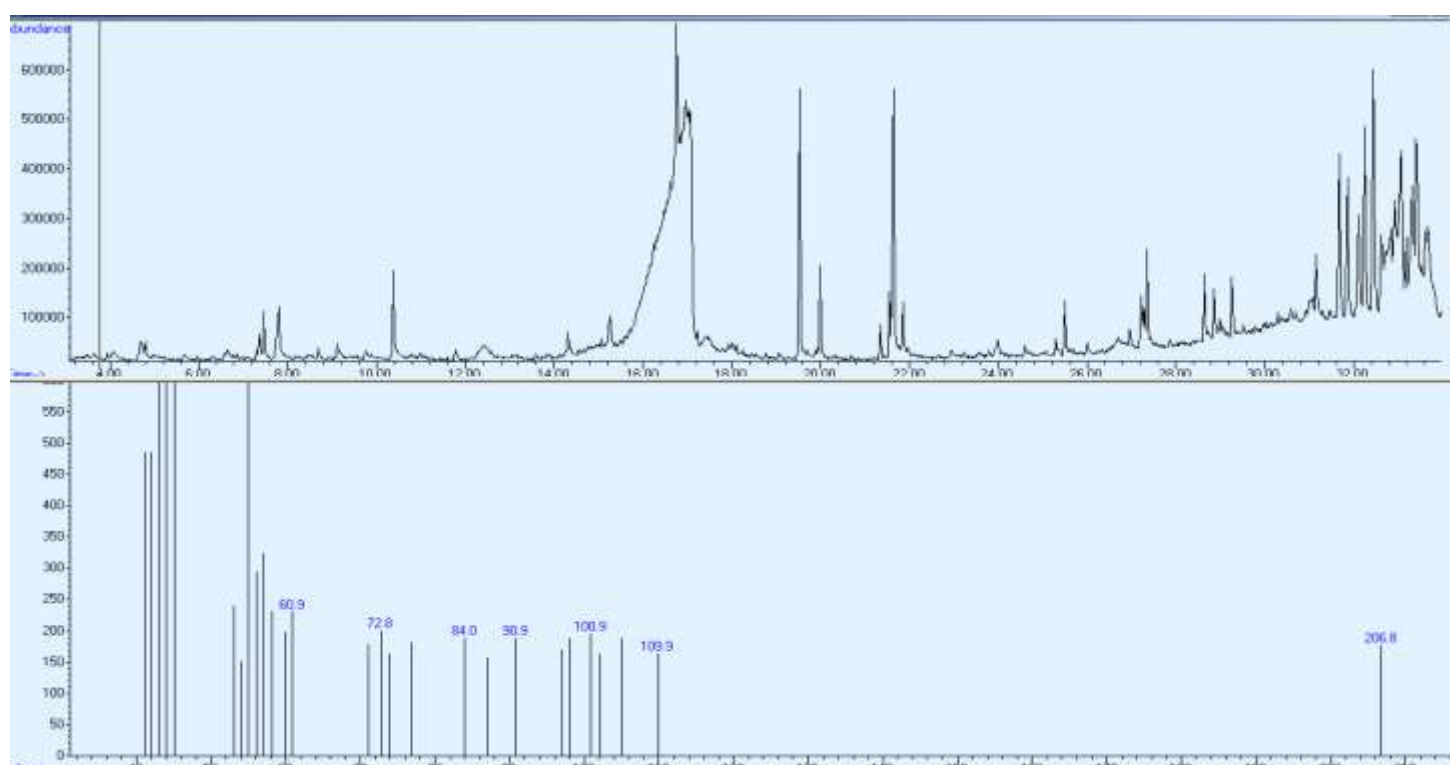


Рисунок 6.

Таким образом, растительные экидистероиды способны проявлять ряд специфических эффектов на различных биологических объектах, им присущее прежде всего адаптogenное и тонизирующее действие и многие из них являются анаболиками. Следует отме-

тить, что фитозкидистероиды 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.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тулеуов Б. И. Стероидные соединения растений и лекарственные препараты на их основе. Поиск, модификация и практические аспекты применения. Караганда: Гласир, 2009. - 208 с.
2. Зибарева Л.Н., Дайнен Л., Еремина В.Н. Скрининг видов семейства *Caryophyllaceae* на присутствие фитозкидистероидов //Раст. ресурсы. -2007.-Т.43, вып. 4.-С.66-75.
3. Тулеуов Б.И. Исследование некоторых представителей семейств *Asteraceae* и *Caryophyllaceae* на содержание 20-гидроксиэкидизона //Химия природ.соед. -2009.- №5.- С.636-637.
4. Хрипач В.А., Лахвич Ф.А., Жабинский В.Н. Брассиностероиды. -Минск: Наука и техника,1993.- 63с.
5. Доклинические испытания противовоспалительных свойств нестероидных фармакологических веществ. Испытание анальгетической активности. Алматы, 1997.-С.14.
6. Сыров В.Н. Фитозкидистероиды: биологические эффекты в организме высших животных и перспективы использования в медицине.//Эксперим. и клин.фармакология.-1994.- №5.-С.61-66

УДК 614.841.45

МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ РИСКА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

А.А. ЧЕРНЫШЕВА, В.Л. ЛЕХТМЕЦ, А.М. ПАЛМАНОВА
(г. Темиртау Карагандинский государственный индустриальный университет)

Риск естественная и неотъемлемая часть нашей жизни она сопровождает человека и в быту и в его профессиональной деятельности.

На производстве риск может быть высоким и являться причиной аварий и несчастных случаев, или причиной профессиональных заболеваний. Несчастные случаи могут быть определены как незапланированные происшествия, приводящие к травмам, гибели людей, потере продукции, повреждению имущества

Без понимания причин возникновения несчастных случаев предотвратить их крайне трудно. Было предпринято много попыток создания теории, позволяющей предсказывать появление факторов, которые становятся причинами несчастных случаев, но до сих пор не существует общепринятой уни-

сальной концепции. Исследователи, работающие в различных областях науки и техники, пытаются разработать теорию этиологии несчастных случаев, которая поможет выявить, изолировать и в конечном итоге устранить факторы, способствующие возникновению несчастных случаев или являющиеся их непосредственной причиной. В данной статье предложен краткий обзор [1-2] различных существующих теорий.

По мнению В.Хайнриха, который является создателем, так называемой **теории "домино"**, 88 % всех несчастных случаев вызваны неправильными действиями персонала, 10 % ненадежностью оборудования и оставшиеся 2 % "форс-мажором". Он предложил «пятифакторную последовательность» возникновения несчастного случая,

вер-

где каждый из факторов приводит в действие последующий, подобно падению поставленных в ряд костяшек домино. Последовательность факторов включает в себя следующее:

1. происхождение и социальные условия
2. ошибка рабочего
3. неправильные действия в совокупности с механической и физической опасностью
4. несчастный случай
5. повреждения или травмы

Подобным же образом удаление одной из костяшек домино из ряда может остановить их падение. Автор «пятифакторной последовательности» предположил, что исключение одного из факторов предотвратит

несчастный случай и вызываемую им травму, и, следовательно, ключевым фактором последовательности является фактор номер 3. Хотя Хайнрих не привел никаких фактов, подтверждающих его теорию, она, тем не менее, представляет собой удобную отправную точку для начала дискуссии и проведения дальнейших исследований.

Так теория множественности причин является развитием принципа "домино", но в отличие от него утверждает, что у одного несчастного случая может быть множество более или менее значимых причин, определенная комбинация которых и приводит к его возникновению:

Поведенческие факторы + Факторы окружающей производственной среды = Травма.

К поведенческим факторам относятся: неправильные действия работника, недостаток знаний или навыков, его неадекватное физическое и психическое состояние.

Факторы окружающей среды: неправильная защита потенциально опасных элементов оборудования, разрушение оборудования в результате эксплуатации или ошибочных действий

Главное достоинство **теории множественности причин** состоит в выявлении того факта, что в основе несчастного случая редко, а скорее всего, никогда не лежит одна единственная причина или неправильное действие.

Девиационные модели акцентируют внимание на ранних стадиях процесса несчастного случая, когда имеют место отклонения от нормального течения процесса. Безопасность достигается посредством управления с обратной связью, позволяющего обеспечить плавный процесс с возможно меньшим количеством нарушений и импровизированных действий, которые могут привести к несчастным случаям.

Последователи **теории переноса энергии** заявляют, что оборудование получает повреждения, а работник травмируется в результате передачи энергии, и что для всякой передачи энергии можно определить источник, канал и приемник. Управление переносом

следующими средствами: устранение источника, внесение изменений в проектные технические требования элементов рабочего места, профилактический ремонт. Канал передачи энергии может быть изменен посредством ограждения канала, установки барьеров, установки поглотителей, размещения изоляторов. На приемник энергии можно воздействовать при помощи следующих мер: ограничение времени воздействия и применение индивидуальных средств защиты. Данная теория полезна для выявления опасностей и разработки методологии их устранения. Согласно этой теории можно выработать стратегии, являющиеся превентивными, ограничительными или улучшающими качество по отношению к переносу энергии.

Концепция "**признаки и причины**" не столько теория, сколько предостережение. Обычно при расследовании несчастных случаев сосредотачиваются на очевидных причинах, пренебрегая коренными. Неправильные действия и опасные условия являются признаками – непосредственными причинами, а не коренными причинами несчастного случая.

Применяется методика [3] анализа коренных причин методами «5 почему» и «дерево причин». Анализ коренных причин напоминает борьбу с сорняками – внешние признаки лежат на поверхности, а для иско-

Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

сом энергии в источнике может быть достиг-
новения проблемы в будущем нужно ко-
пать до корней.

Один из наиболее применяемых спосо-

рения и предотвращения повторного воз-

бов [4] определения величины риска в стан-
дарте British Standards 88001 представлен в
таблице 1.

Таблица 1.

Вероятность вреда	Серьезность последствий		
	незначительные	умеренно значимые	серьезные
Малая	1 малозначимый риск	2 малый риск	3 умеренный риск
Средняя	2 малый риск	3 умеренный риск	4 значительный риск
Высокая	3 умеренный риск	4 значительный риск	5 недопустимый риск

Схема пошагового процесса формирования плана действий по оценке уровня рисков

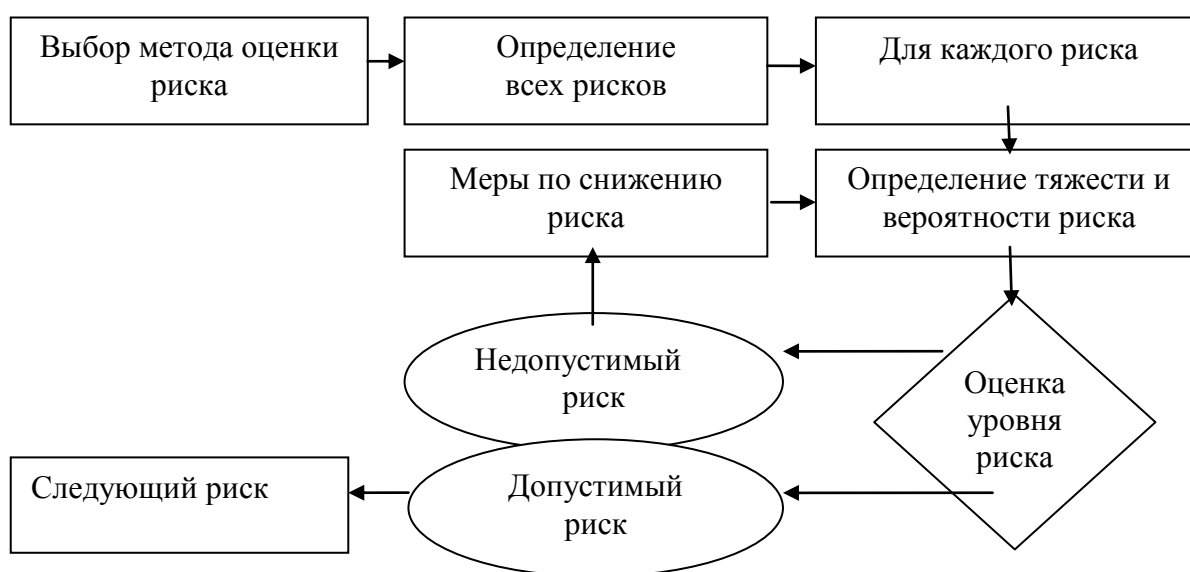


Рисунок 1.

Принято три уровня серьезности послед-
ствий и три уровня вероятности вреда. Нача-
ла определяют серьезность последствий, при-
чиненных ситуацией, с помощью трех разных
позиций в верхней строке таблицы, а после
этого оценивают вероятность причиненного
вреда с помощью первого столбца. На пересе-
чении трех выбранных направлений окажется
величина найденного уровня риска. Величи-
ны риска различаются от минимальной, зна-
чение 1 (мало значимый риск) до максималь-
ной, значение 5 (недопустимый риск).

Риски, отнесенные к категориям «мало-
значительный», «малый», «умеренный» счи-
таются допустимыми и управляемыми в со-
ответствии с существующими мерами: име-
ются необходимые инструкции, оборудова-

состоянии, своевременно проводится обу-
чение, инструктаж и проверка знаний ра-
ботников.

Риски, отнесенные к категориям «значи-
тельный» и «недопустимый» считаются не-
допустимыми и требуют разработки мер по
управлению ими.

Оценка рисков – процесс непрерывный,
при котором выявляются источники опасно-
сти на рабочем месте, и главной задачей
оценки риска является его устранение, в
случаях невозможности полного устранения
риска, необходимо уменьшить его объём до
приемлемого уровня, а оставшийся риск
следует контролировать.

Пошаговый процесс формирования пла-
на действий по оценке уровня рисков пред-

Раздел 5. «Химические технологии. Безопасность жизнедеятельности»

ние поддерживается в технически исправном | ставлен на рисунке 1:

Варианты оценки рисков на рабочих местах, традиционно применяемых на предприятиях Казахстана, успешно используются на практике, однако происходящие в последние годы преобразования в системе безопасности производства, вызывают необходимость разработки и применения новых методов и методик оценки рисков.

Повышение уровня защиты работников от производственных рисков в процессе их трудовой деятельности является одним из главных направлений деятельности специалистов в области охраны труда, и описанные методики могут быть использованы при разработке способов оценки рисков на ферросплавном производстве в г. Темиртау.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка рисков на рабочем месте: практическое пособие/Опыт Финляндии, Мерви Муртонен. Москва, 2007.
2. Материалы практ. сем. компании «DuPont» по теме: «Оценка производственных рисков». Алматы, 2011.
3. Чернышева А.А., Акпанбаева А.Г. Анализ нарушений в области пожарной безопасности структурных подразделений ПО «Карагандацветмет». Труды Университета, Караганда №3, 2001г., с.42-45
4. Чернышева А.А., Акпанбаева А.Г. Методика качественной оценки риска на предприятиях ТОО «Корпорация Казахмыс». Труды Университета, Караганда №1, 2001г., с 59-62