

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ИНСТИТУТ ХИМИИ И ФИТОТЕХНОЛОГИЙ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ОШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Межведомственный диссертационный совет Д 02.17.561

На правах рукописи

УДК 547.917(575.2) (043.3)

Ажибаева Зулайка Сулаймановна

**ОЛИГО- И ПОЛИСАХАРИДЫ РАСТЕНИЙ *ACANTHOPHYLLUM
SUBGLABRUM* И *COUSINIA FETISSOWII*, ИХ СТРУКТУРА И ФИЗИКО -
ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

Специальность 02.00.03 - Органическая химия

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата химических наук

Бишкек 2017

Работа выполнена в лаборатории химии и технологии углеводов Инновационного центра фитотехнологий Национальной академии наук Кыргызской Республики и Ошском государственном университете.

Научный руководитель: доктор химических наук **Турдумамбетов Кенешбек**

Официальные оппоненты: доктор химических наук, профессор
Ержанов Казбек Бекмагамбетович

кандидат химических наук, доцент
Бабеков Анарбай Ураимович

Ведущая организация: КазНУ им аль-Фараби (г. Алматы)

Защита диссертации состоится «17» ноября 2017 г в 12.00 на заседании межведомственного диссертационного совета Д 02.17.561 при Институте химии и фитотехнологий Национальной академии наук Кыргызской Республики и Ошском государственном университете МОиН по адресу: 720071, г. Бишкек, пр. Чуй, 267.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке Национальной академии наук Кыргызской Республики по адресу: 720071, г. Бишкек, проспект Чуй, 265а.

Автореферат разослан 17 октября 2017 г.

Ученый секретарь межведомственного
диссертационного совета, к.х.н., с.н.с.

Камбарова Г.Б.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Одной из актуальных задач современной химии является получение из лекарственных растений физиологически активных веществ [Е.Н. Медведева, 2003]. Кыргызстан располагает огромными запасами ещё малоизученных, экологически чистых, лекарственных и других видов растений. В связи с этим особую значимость приобретают работы, связанные с изучением выделенных из этих растений олиго- и полисахаридов, получение из них физиологически активных препаратов, таких как глюкофруктаны, глюкоарабиногалактаны, олигосахариды и пектиновые вещества, а также нахождение путей утилизации попутных продуктов переработки этих растений и образующихся отходов. Из изучаемых растений, произрастающих на территории республики, большой интерес представляют растения рода *Cousinia* и рода *Acanthophyllum*, относящиеся к углеводсодержащим растениям. Однако их углеводный состав ещё недостаточно изучен и потому необходимо проведение их всестороннего изучения.

В настоящее время актуальной задачей является обеспечение населения диетическими, экологически чистыми пищевыми продуктами. Источниками этих продуктов являются растения, содержащие инулин [В.А. Бабкин, 2001].

Известно более 2000 разнообразных пищевых продуктов и напитков, изготовленных с добавлением инулина и олигофруктозанов, которые применяются для лечебно - профилактического и диетического назначения [Ю.Р. Акомьян, 1995].

Природные полисахариды, глюкофруктан и глюкоарабиногалактан используются в медицинской, пищевой, фармацевтической, целлюлозно-бумажной промышленности, в ветеринарии, а также применяются для изготовления косметических средств.

Цель и задачи исследования. Целью данного исследования было выделение глюкоарабиногалактанов, глюкофруктанов и пектиновых веществ из дикорастущих и легкодоступных растений флоры Кыргызстана, изучение их состава и физико-химических свойств.

В соответствии с поставленной целью в работе решались следующие задачи:

- Изучение динамики накопления углеводов: моно-, олиго- и полисахаридов, пектиновых веществ в зависимости от периода вегетации этих растений и установление периода их максимального содержания.
- Установление мономерного состава глюкоарабиногалактана и глюкофруктанов, выделенных из изучаемых растений.
- Разработка эффективных методов разделения однородных фракций глюкоарабиногалактана и глюкофруктанов.

- Изучение структуры глюкоарабиногалактана, глюкофруктанов и олигосахаридов с использованием современных физико-химических методов анализа.
- Разработка ТУ для практического использования глюкофруктанов.

Научная новизна. Впервые дана химическая характеристика углеводного состава растений *A.Subglabrum* и *C.Fetissowii*, произрастающих в Кыргызстане.

- Выявлены качественные и количественные изменения содержания моно-, олиго-, полисахаридов и пектиновых веществ в зависимости от периода вегетации растений и места их произрастания.
- Впервые из *A.Subglabrum*, произрастающего в Кыргызстане, выделен полисахарид-глюкоарабиногалактан.
- Установлено, что для полисахаридов *C. Fetissowii* характерно наличие глюкофруктанов, а для *A.Subglabrum* - наличие полисахаридов, содержащих глюкоарабиногалактан, с преобладающим их содержанием в корнях растений в фазе плодоношения.
- Впервые выделены из растений *C. Fetissowii* трисахарид - кестоза и тетрасахарид – стахиоза и изучена их структура.
- Установлено наличие одновременно двух типов связей: типа левана β - (2→6) и типа инулина β -(2→1) для глюкофруктана, выделенного из *C. Fetissowii*
- Разработаны схемы выделения различных групп углеводов из корней этих растений. Показано, что для полисахаридов из *C. Fetissowii* характерно наличие связи типа глюкофруктанов, а для *A.Subglabrum* - наличие связи типа глюкоарабиногалактанов.

Связь темы с планом научно- исследовательских работ. Работа выполнялась в соответствии с планами НИР Инновационного центра фитотехнологии КР, в лаборатории химии и технологии углеводов по проекту «Физико-химическое изучение углеводов и сопутствующих соединений и разработка технологии получения физиологически активных соединений из растений флоры Кыргызстана» (№ Гос. регистрации КР №0005386 2007-2012 гг).

Практическая значимость полученных результатов. Результаты исследования могут быть широко использованы в различных отраслях промышленности.

Выявлены новые источники сырья из числа лекарственных, дикорастущих и легкодоступных растений для получения глюкоарабиногалактанов, глюкофруктанов, пектиновых веществ и олигосахаридов, которые применяются в медицине, в пищевой промышленности для продления сроков хранения кондитерских и молочных изделий, в диетическом питании, используются также как криоконсерваторы и в сельском хозяйстве как вещества, обладающие ростстимулирующей активностью.

Растения *Cousinia* входят в состав комбинированного комплекса «Пищевой продукт “Дифрукт”», который оказывает стимулирующее и тонизирующее действие на организм [Патент КР №1582, от 13.10.2013г].

Выделенные продукты из *C. Fetissowii* являются главными компонентами получения фруктозного сиропа [Патент КР №1720, от 31.03.2015г]. На основе патентов были разработаны Технические условия (КМС 1158:2009 «Инулин. Технические условия» и КМС 1287:2015 «Сироп фруктозный. Технические условия»).

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

- Изучение динамики накопления олиго- и полисахаридов в двух видах дикорастущих сорных растениях, произрастающих в Кыргызстане, в зависимости от фазы развития растения, места произрастания а также исследуемого органа растения.
- Очистка и разделение однородных фракций глюкоарабиногалактанов, глюкофруктанов, пектиновых веществ и олигосахаридов.
- Изучение количественного содержания моносахаридов и полисахаридов и их химических свойств.
- Установление химической структуры однородных фракций глюкоарабиногалактанов, глюкофруктанов, олигосахаридов и пектиновых веществ физико- химическими методами анализа.

Личный вклад соискателя. Результаты экспериментальных работ и теоретические обоснования принадлежат лично соискателю. Научные исследования выполнены непосредственно автором в период с 2008 по 2016 гг. в лаборатории химии и технологии углеводов Инновационного центра фитотехнологии НАН КР. Проведено выделение олиго- и полисахаридов, идентификация полученных препаратов с использованием физико- химических методов анализа и обсуждение полученных результатов.

Апробация результатов исследования. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на Международной научно-практической конференции «Перспективы развития научно-инновационной деятельности» (г. Бишкек, 2010 г).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 17 печатных работ: из них 14 научных статей, 1 тезис доклада, получены 2 патента КР.

Структура и объём диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, выводов, списка использованных литературных источников. Работа изложена на 124 страницах компьютерного текста, включает 154 ссылки, содержит 10 рисунков, 14 схем, 18 таблиц и 3 блок-схемы.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Работа состоит из введения, трех глав, выводов и списка использованной литературы.

Во введении изложены актуальность темы диссертационной работы, выбор объектов исследования, определена научная новизна и практическая ценность работы, сформулированы цель и задачи исследования.

В первой главе приводится литературный обзор по анализу углеводсодержащих растений, нахождению их в природе, способам выделения глюкофруктанов и глюкоарабиногалактанов и изучению их физико-химических свойств. Приводятся литературные данные получения олиго- и полисахаридов.

Во второй главе посвящена объектам и методам исследования.

В третьей главе представлены результаты исследований, их обсуждение и анализ. Дана характеристика углеводного состава растений рода *Cousinia* и *Acanthophyllum*.

Результаты исследования

Acanthophyllum Subglabrum (колючелистник) – обычные, сорные, многолетние растения, область распространения весьма обширна.

Согласно блок - схеме 1 были последовательно выделены следующие продукты: олигосахариды (ОС), спирторастворимые сахара (СР), водорастворимые полисахариды (ВРПС) и из остатков –пектиновые вещества (ПВ) и гемицеллюлоза (ГЦ) (табл.1).

Установлено максимальное содержание полисахаридов в корнях в фазе плодоношения и олигосахаридов в фазе бутонизации [З.С. Ажибаева, 2011].

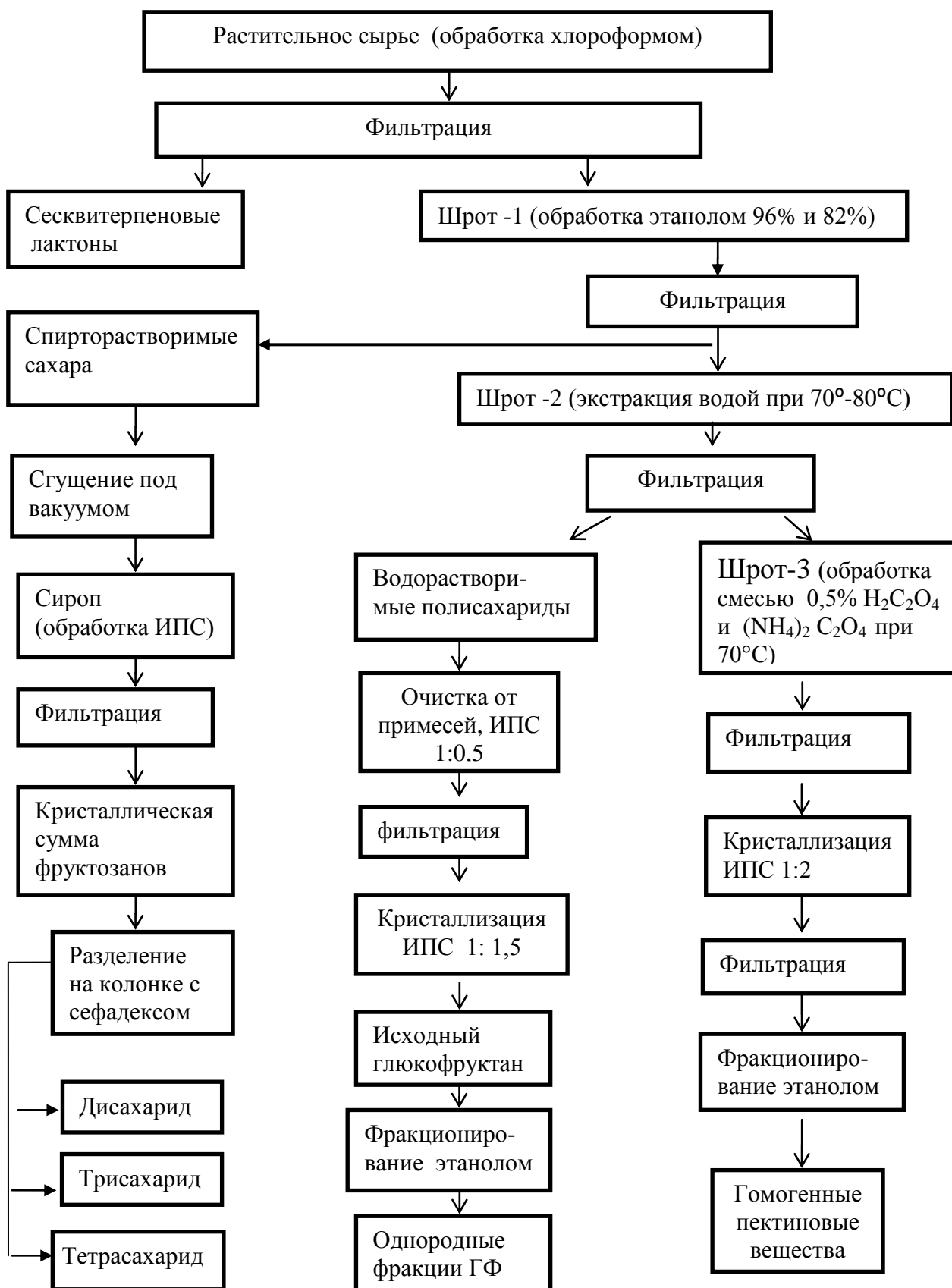
Как видно из табл.1, по мере роста растения в корнях увеличивается содержание полисахаридов, достигая максимума в 14,6% в фазе плодоношения, а в надземной части содержание олигосахаридов достигает максимума в 6,7% в фазе бутонизации.

Из данных табл.1 видно, что основным продуктом является ВРПС.

При полном кислотном гидролизе ВРПС при помощи бумажной хроматографии был идентифицирован ряд сахаров – глюкоза, арабиноза, галактоза и следы ксилозы, рамнозы и уроновой кислоты.

Присутствие уроновой кислоты указывает на то, что выделенные ВРПС являются смесью нейтральных и кислых полисахаридов. ВРПС были разделены на колонке с катионитом КУ-4. Выход нейтрального полисахарида (НПС), который элюировался водой, составляет 53% от веса исходного ВРПС. В гидролизатах, полученных при гидролизе НПС серной кислотой, были обнаружены глюкоза, галактоза и арабиноза. Следовательно, НПС является глюкоарабиногалактаном.

С помощью гель - хроматографии на сефадексе G-75 было установлено, что НПС являются полидисперсными веществами, молекулярная масса (ММ) которых соответствовала 2000 - 4500.



Блок- схема 1. Разделение углеводов и сесквитерпеновых лактонов.

Таблица 1- Динамика накопления олиго- и полисахаридов, их мономерный состав в корнях и надземной части *A. Subglabrum* по фазам развития

Часть растения	Фенофаза	Тип углеводов	Выход, %	Мономерный состав						
				Glc	Gal	Man	Fruf	Xyl	Ara	Rha
Корни	Бутонизация	СР	6,7	17,0	0,7	8,6	10,2	1,2	1,4	1,2
		ВРПС	5,5	33,6	50,7	2,8	-	1,0	8,2	1,3
		ПВ	2,1	3,1	6,1	0,2	-	сл	8,7	3,1
		ГЦ	3,6	8,2	4,1	0,8	-	13,3	-	-
		СР	3,7	6,1	5,5	4,1	2,2	2,7	3,3	1,0
		ВРПС	2,7	5,4	2,7	0,4	-	1,0	5,4	4,2
		ПВ	4,2	1,2	2,1	сл	-	1,1	1,9	1,7
		ГЦ	3,3	6,1	4,1	3,8	-	3,3	1,4	1,0
Н/Ч	Бутонизация	СР	3,3	18,2	1,1	2,2	12,2	2,9	1,7	4,6
		ВРПС	8,0	26,2	63,6	1,4	-	1,3	8,2	9,9
		ПВ	4,8	4,8	1,9	1,4	-	0,9	1,4	2,7
		ГЦ	3,9	6,8	3,0	2,1	-	4,0	2,2	1,0
		СР	3,0	8,8	7,1	0,9	10,0	1,0	2,1	1,2
		ВРПС	2,0	0,7	4,2	8,3	-	0,7	6,0	4,0
		ПВ	2,6	6,0	4,0	1,0	-	0,6	3,7	4,2
		ГЦ	3,0	13,0	4,8	4,1	-	4,2	2,1	1,0
Корни	Цветение	СР	3,3	18,2	1,1	2,2	12,2	2,9	1,7	4,6
		ВРПС	8,0	26,2	63,6	1,4	-	1,3	8,2	9,9
		ПВ	4,8	4,8	1,9	1,4	-	0,9	1,4	2,7
		ГЦ	3,9	6,8	3,0	2,1	-	4,0	2,2	1,0
		СР	3,0	8,8	7,1	0,9	10,0	1,0	2,1	1,2
		ВРПС	2,0	0,7	4,2	8,3	-	0,7	6,0	4,0
		ПВ	2,6	6,0	4,0	1,0	-	0,6	3,7	4,2
		ГЦ	3,0	13,0	4,8	4,1	-	4,2	2,1	1,0
Н/Ч	Цветение	СР	3,3	18,2	1,1	2,2	12,2	2,9	1,7	4,6
		ВРПС	8,0	26,2	63,6	1,4	-	1,3	8,2	9,9
		ПВ	4,8	4,8	1,9	1,4	-	0,9	1,4	2,7
		ГЦ	3,9	6,8	3,0	2,1	-	4,0	2,2	1,0
		СР	3,0	8,8	7,1	0,9	10,0	1,0	2,1	1,2
		ВРПС	2,0	0,7	4,2	8,3	-	0,7	6,0	4,0
		ПВ	2,6	6,0	4,0	1,0	-	0,6	3,7	4,2
		ГЦ	3,0	13,0	4,8	4,1	-	4,2	2,1	1,0
Корни	Плодоношение	СР	2,8	27,0	1,5	1,0	25,2	7,0	2,3	4,7
		ВРПС	14,6	33,5	42,3	-	-	0,5	7,0	5,7
		ПВ	4,8	2,1	1,2	1,2	-	-	1,9	2,0
		ГЦ	5,5	7,1	3,5	2,9	-	4,3	2,7	1,0
		СР	3,0	8,5	7,2	-	51,0	1,0	1,5	1,3
		ВРПС	1,5	0,6	4,0	0,6	-	1,0	4,7	2,0
		ПВ	2,4	2,6	4,2	1,6	-	1,0	2,1	2,1
		ГЦ	3,6	15,0	6,2	5,8	-	4,7	2,1	1,0
Н/Ч	Плодоношение	СР	2,8	27,0	1,5	1,0	25,2	7,0	2,3	4,7
		ВРПС	14,6	33,5	42,3	-	-	0,5	7,0	5,7
		ПВ	4,8	2,1	1,2	1,2	-	-	1,9	2,0
		ГЦ	5,5	7,1	3,5	2,9	-	4,3	2,7	1,0
		СР	3,0	8,5	7,2	-	51,0	1,0	1,5	1,3
		ВРПС	1,5	0,6	4,0	0,6	-	1,0	4,7	2,0
		ПВ	2,4	2,6	4,2	1,6	-	1,0	2,1	2,1
		ГЦ	3,6	15,0	6,2	5,8	-	4,7	2,1	1,0

Изучение структуры глюкоарабиногалактана физико-химическими методами

Для получения гомогенного полисахарида НПС было проведено его фракционирование. Как видно из табл.2, фракция 2 является основным продуктом по количественному выходу.

Таблица 2- Характеристика фракций 1, 2 и 3 нейтрального полисахарида

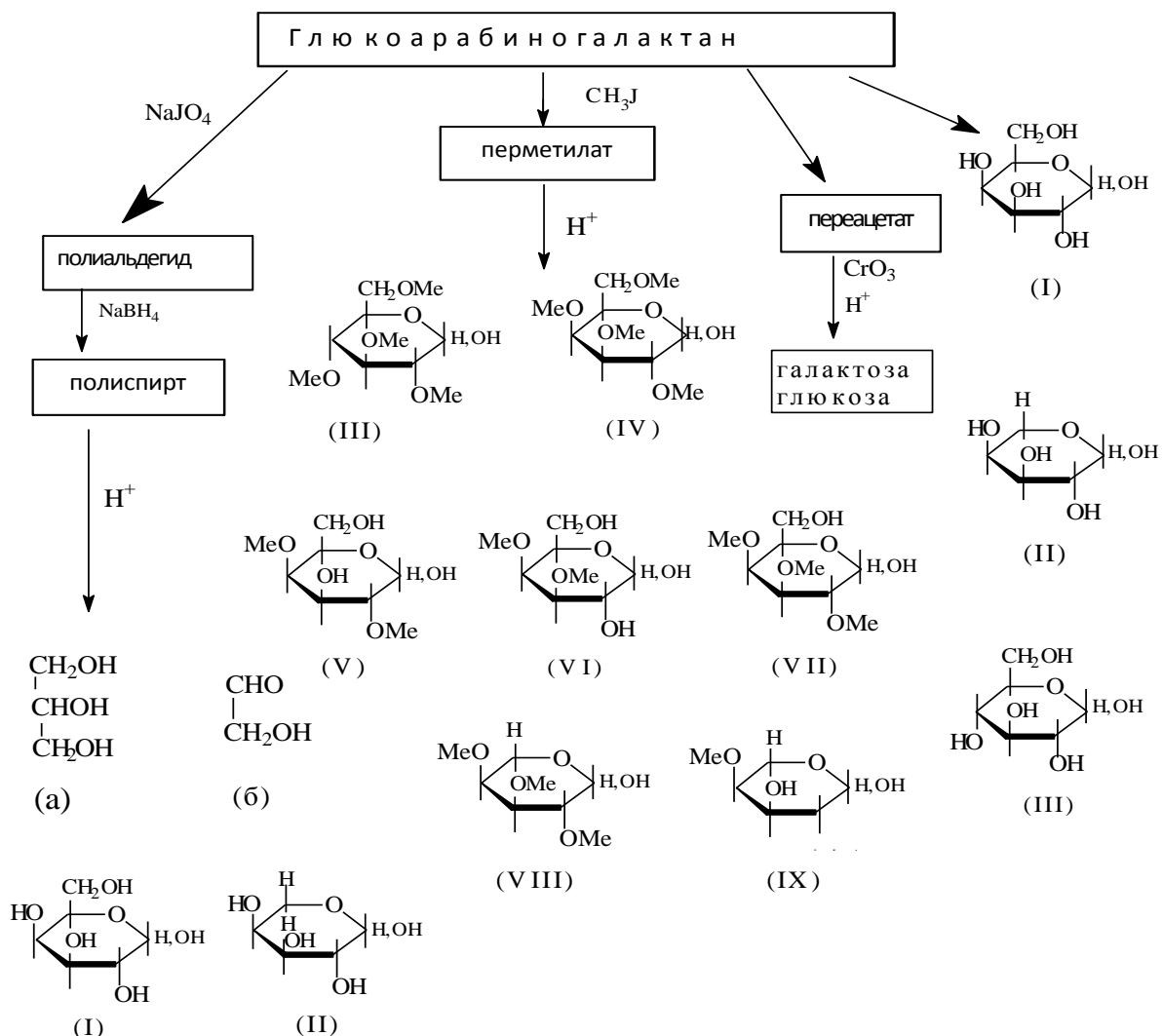
Фракции	Выход,% фракции от веса НПС	$[\alpha]_D^{20}$ (С 1,0; Н ₂ О)	Вязкость $\eta_{отн}$ (С1,0; Н ₂ О)	ММ по гель-хрома-тографии	Соотноше-ние сахаров Glc:Gal:Ara	Степень полимеризации(СП)
1	6,0	169	1.0	4400	4:13:1	24
2	84,0	174	1.02	3800	1,2:5,5:1	21
3	7,5	181	1.01	2000	6,5:17:1	11

Глюкоарабиногалактан представляет собой слегка желтоватый, аморфный порошок, хорошо растворимый в воде с образованием невязких растворов.

По данным гель-хроматографии на сефадексе G-75 фракции 1,2 и 3 являются гомогенными (табл.2).

В ИК-спектрах глюкоарабиногалактанов присутствуют полосы поглощения при 860, 920, 1080, 1153, 1420, 1658, 2932, 3360, 3475 см^{-1} и отсутствуют полосы поглощения, соответствующие метильным, ацетильным и сульфатным группам.

Для установления строения глюкоарабиногалактана были применены методы метилирования, периодатного и хромового окисления (блок - схема 2).



Блок – схема 2. Изучение строения глюкоарабиногалактана Ф-2 из *A. Subglabrum*

Периодатное окисление фракций 2 проводили раствором периодата натрия. Установлено, что для полного окисления достаточно 130 часов, далее расход периодата натрия не менялся [З.С.Ажибаева, 2012].

В продуктах распада по Смиту методами БХ были обнаружены глицерин (а), галактоза (I) и арабиноза (II), что свидетельствует о наличии 1→2, 1→3 и

1→6 связи между моносахаридными остатками арабинозы и галактозы, имеющих 1→3 гликозидные связи.

Затем глюкоарабиногалактан был метилирован по методу Хакомори.

Продукты кислотного гидролиза анализировали с помощью ТСХ, в результате чего были идентифицированы: 2,3,4,6-тетра-О-Ме –Glcр (III), 2,3,4,6-тетра-О-Ме –Galp (IV), 2,4-ди-О-Ме- Galp(V), 3,4-ди-О-Ме- Galp (VI), 2,3,4-три-О-Ме- Galp (VII), 2,3,4-три-О-Ме- Arap(VIII) и 2,4-ди-О-Ме- Arap (IX). Наличие 2,3,4-три-О-Ме-Galp говорит о том, что главная цепь полимера имеет (1→6) связанные остатки D-галактозы. Присутствие 2,3,4,6-тетра-О-Ме–Galp и 2,3,4,6-тетра-О-Ме–Glcр указывают, что в невосстанавливающем конце находятся остатки D–Galp и D – Glcр. Наличие 2,3,4-три- и 2,4-ди-О-Ме-D-Arap указывает, что короткая цепочка находится в боковой цепи, где L-арабинопиранозные остатки связаны между собой 1→3 связями. Присутствие 2,4-ди-О-Ме- Galp и 3,4-ди-О-Ме- Galp доказывает, что в основной цепи глюкоарабиногалактана по С-2 и С-3 галактопиранозы имеются разветвления.

Фракцию II глюкоарабиногалактана подвергали хромовому окислению. В результате окисления были обнаружены свободные остатки глюкозы и галактозы. Установлено, что окислению подвергается только арабинопираноза, которые соединены между собой β - гликозидными связями, поэтому остатки арабинозы в этом случае отсутствуют. Таким образом, основная цепь глюкоарабиногалактозных остатков соединена между собой α - гликозидными связями.

Частичный кислотный гидролиз. Для полного установления строения полисахарида проводили частичный кислотный гидролиз в течение 20 минут 0,5% H₂SO₄ при 100°C. В продуктах кислотного гидролиза БХ в сравнении с истинными свидетелями были обнаружены глюкоза, арабиноза, галактоза и неизвестные нам два олигосахарида (ОС).

Сумма олигосахаридов с использованием препаративного метода была разделена на индивидуальные сахара (ОС-1, ОС-2). Моносахаридный состав на БХ представлен только D-галактопиранозой.

ОС-1 и ОС-2 были подвергнуты периодатному окислению с последующим распадом по Смиту. В результате кислотного гидролиза при помощи БХ был обнаружен только глицерин, что свидетельствует о том, что в ОС-1 и ОС-2 моносахариды соединены между собой связью α-(1→2) или α-(1→6).

Данные, полученные и изученные химическими методами анализа, были подтверждены методом ¹³C-ЯМР спектроскопии. В табл.3 и рис.1 представлены химические сдвиги Ф-2 *A.Subglabrum*.

Эти спектры подтверждают тот факт, что химические сдвиги при 100,15 и 99,57 м.д -характерны для галактопиранозных и глюकोпиранозных остатков

α -глюкозидных связей, замещенные атомы С-6 галактопиранозы резонируют в области 63,34-61,83 м.д.

Таблица 3 – Химические сдвиги ^{13}C -ЯМР спектроскопии Ф-2 из *A. Subglabrum* (м. д)

Соединения	С-1	С-2	С-3	С-4	С-5	С-6
-6 Galp- α -1→	100.15	69.48	70.48	70.47	72.20	63.34
Д-Glcp- α -1→	99.57	81.80	85.30	70.51	73.27	61.83
L- Arap- β -1→	101.59	69.64	69.93	70.15	63.35	
-3- Arap- β -1→	93.17	69.52	74.38	70.15	63.35	

Сдвиги для С-2 и С-3 атомов галактопиранозы находятся при 81,8 и 85,3 м.д, С-1 β - Арап резонируют в области 101,59 м.д, аномерные углеродные атомы β -1→3, связанные с Арап, появляются при 93,17, а С-3, связанные с Арап, проявляются в области 74,38 м.д.

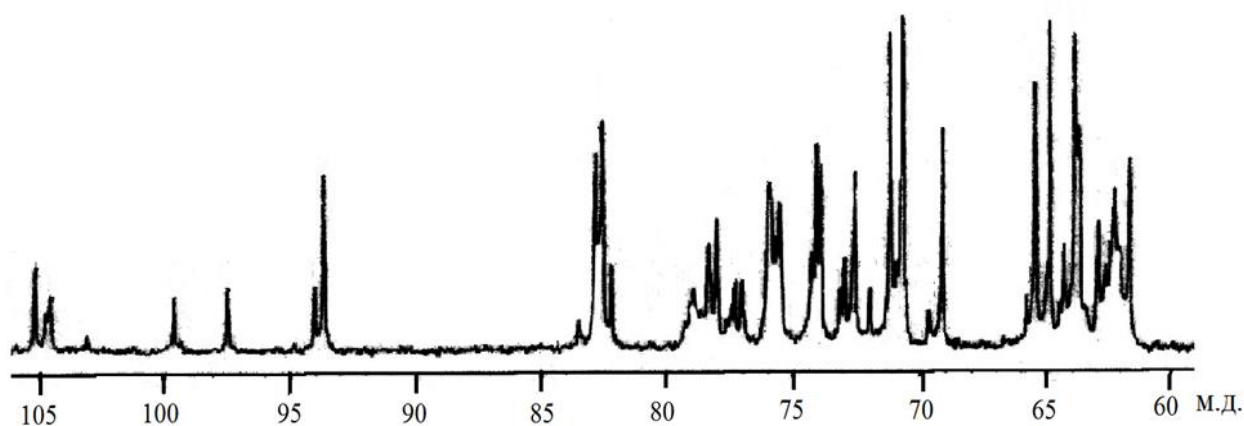


Рис. 1. ^{13}C -ЯМР спектр Ф-2 глюкоарабиногалактана из *A. Subglabrum* (Bruker WM-250, рабочая частота по углероду 62,89 МГц)

Выделение пектиновых веществ из *A. Subglabrum*

Из остатков сырья были выделены и исследованы пектиновые вещества (ПВ) растения *A. Subglabrum*.

Пектиновые вещества представляют собой хлопьевидный желтоватый порошок, растворимый в диметилсульфоксиде, в воде и формамиде. Характеристика пектиновых веществ представлена в табл.4.

Таблица 4 - Характеристика пектиновых веществ из *A. Subglabrum*

Исследуемый орган растений	Т пл.	$[\alpha]_D^{22}(\text{C.0,1; H}_2\text{O})$	$\eta_{\text{отн}}(\text{C1,0; H}_2\text{O})$	Молекулярная масса	ИК-спектроскопии (cm^{-1})
корни	275 - 300°	+145	1,4	37900	858, 830
н/ ч	280 - 290°	+140	1,3	35800	857, 832

Были определены температура плавления, вязкость, молекулярная масса и сняты ИК - спектры.

Было установлено, что молекулярный состав пектиновых веществ, выделенных из растений *A. Subglabrum*, состоит из набора сахаров, отличающихся между собой по количественному соотношению компонентов. Пектиновые вещества содержат в преобладающем количестве галактуроновую кислоту. Полученные данные по определению оптического угла удельного вращения, периодатного окисления, частичного кислотного гидролиза и ИК-спектроскопии свидетельствуют о наличии 1→4 галактопиранозных связей.

Общая характеристика углеводного состава *Cousinia Fetissowii*

Cousinia Fetissowii (Кузиния Фетисова) - это колючее двухлетнее растение, произрастающее по всей территории республики [З.С.Ажибаева, 2010].

Образцы растений были собраны в Чуйской и Ферганской долинах. В корнях (к) и надземных частях (н/ч) растений установлено максимальное содержание различных групп углеводов, определен их качественный и количественный моносахаридный состав (рис.2).

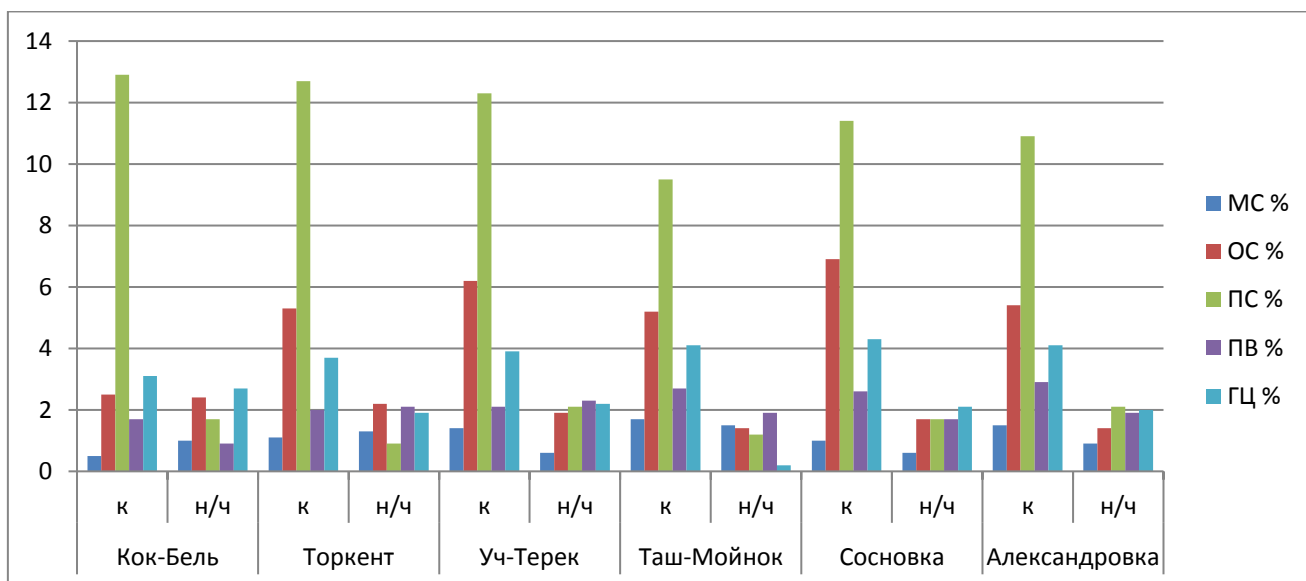


Рис.2. Изменение содержания углеводов в зависимости от места произрастания растений *C.Fetissowii* в фазе плодоношения

Установлена прямая зависимость между содержанием углеводов в растениях и местом их произрастания.

Определен углеводный состав растений и установлено что он представляет собой сложную смесь: моносахариды (МС), олигосахариды (ОС), полисахариды (ПС) (глюкофруктан), пектиновые вещества (ПВ), гемицеллюлоза (ГЦ) и остатки растительных тканей (целлюлоза).

На примере изучения эндемного *C. Fetissowii* показано, что состав его корней представляет собой весьма сложную смесь (табл. 5).

Таблица 5 -Химический состав корней *C. Fetissowii*

Химический состав	%, от массы корня
Сухие вещества	45,3
Вода	7,2
Общий сахар, в том числе:	30,2
моносахариды	1,2
олигосахариды	6,7
полисахариды	12,9
пектиновые вещества	4,2
гемицеллюлоза	5,2
Несахаристые вещества, в том числе:	
зола	5,9
дубильные вещества	2,1
смола (красящие вещества)	1,2
жиры	1,5
сесквитерпеновые лактоны	0,3
белковые вещества	1,75
каучук	0,25

Характеристика водорастворимых полисахаридов *C.Fetissowii*

Изучению подвергались воздушно - сухие измельченные корни, собранные в фазе плодоношения. Последовательно по блок-схеме 1 были выделены следующие продукты: ОС, ВРПС и из остатков – ПВ. Выход продуктов представлен на рис.3.

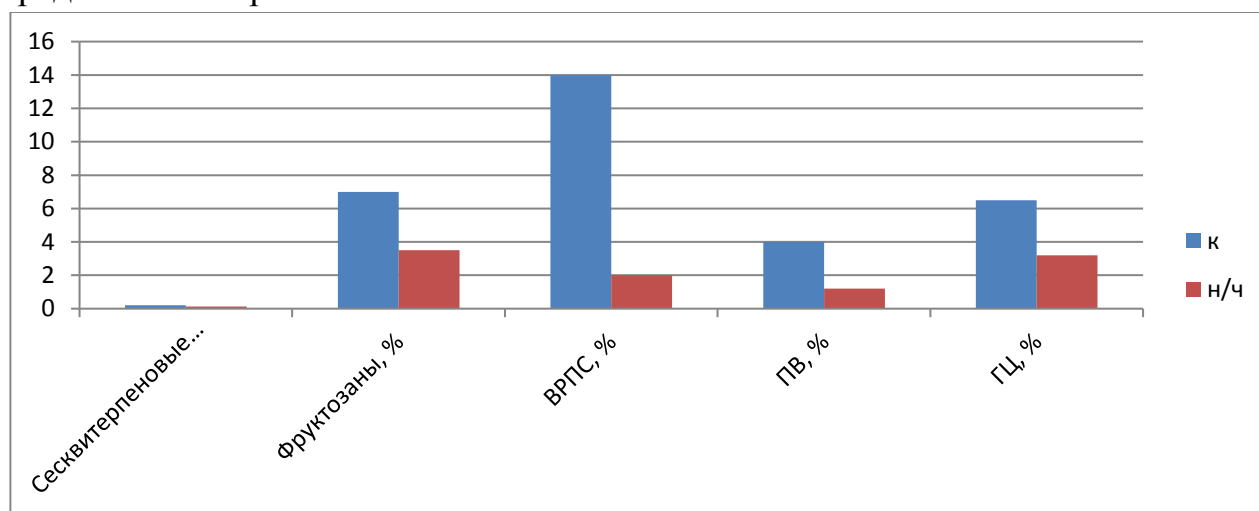


Рис.3. Состав выделенных продуктов из *C.Fetissowii*

Из приведенных данных (рис.3) следует, что основным продуктом являются ВРПС. Для определения моносахаридного состава ВРПС гидролизовали кислотой и с помощью бумажной хроматографии обнаружили фруктозу и глюкозу, откуда следует, что выделенный ВРПС является глюкофруктаном.

Проведенная гель-фильтрация глюкофруктана на колонке с сефадексом G-100 показала его полидисперсность. Следовательно, глюкофруктан является

смесью полимергомологов, молекулярные массы которых колеблются от 18000 до 32500, при сравнении с истинными декстранами.

Для разделения глюкофруктанов на фракции было проведено дробное осаждение их 2%-ным раствором этилового спирта. В результате были получены четыре фракции (табл.6).

Таблица 6 - Фракционирование глюкофруктанов

Фрак- ции	Кол-во этанол, мл	Соотношение экстракт:этанол	Выход, %	ММ	$[\alpha](c.1,0,$ $H_2O)$	Фруктоза, %
1	50	1:0,5	-	-	-	-
2	100	1:1	1,3	-	-	-
3	150	1:1,5	38,5	32450	-40,0	95,5
4	200	1:2	57,0	18000	-39,2	94,0

Полученные фракции 3 и 4 составляют основную часть глюкофруктанов. Поэтому дальнейшие исследования были продолжены уже с этими фракциями. Установлено, что эти фракции, по данным гель- фильтрации на сефадексе G-75, являются однородными при сравнении с известными декстранами 15000, 20000 и 40000.

Изучение структуры глюкофруктанов химическими методами

В однородных фракциях Ф-3 и Ф-4 [З.С. Ажибаева, 2011] при полном кислотном гидролизе с помощью бумажной хроматографии были обнаружены фруктоза и следовые количества глюкозы. Содержание фруктозы в них составляет 95,5% и 94,0%, соответственно.

Для установления структуры полисахаридов в настоящее время широко используются методы периодатного окисления и метилирования.

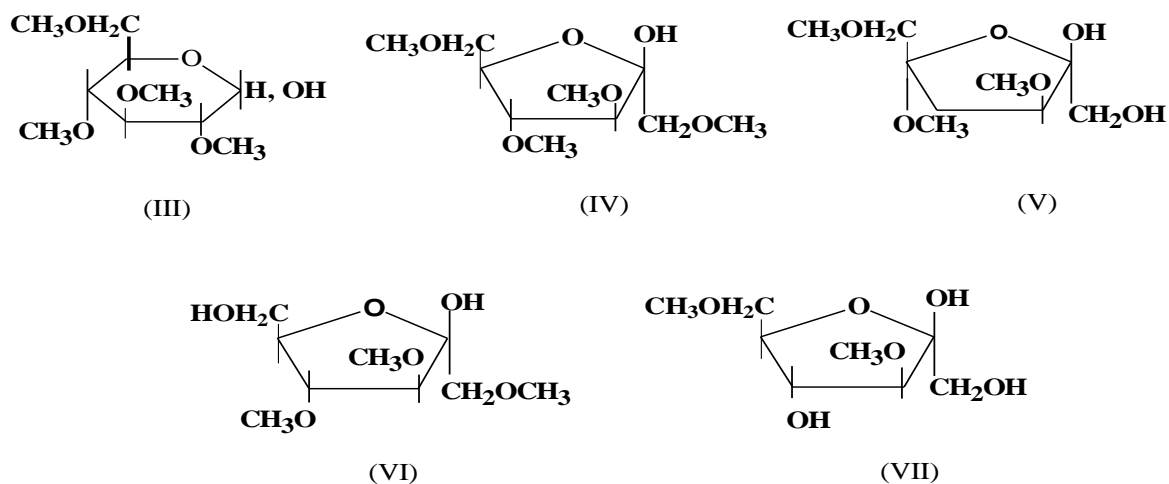
В продуктах расщепления по Смиту с помощью бумажной хроматографии были обнаружены глицерин и следы фруктозы. Образование глицерина свидетельствует о присутствии в глюкофруктанах β -(2→1) и β -(2→6) связи. А присутствие следовых количеств фруктозы свидетельствует о том, что она является центром слабых разветвлений.

По данным высокоэффективной жидкостной хроматографии соотношение глицерина и фруктозы составляет 18:1. Изучаемые глюкофруктаны Ф-3 и Ф-4 являются глюкофруктанами типа инулина и левана, состоящие из фруктофуранозных остатков. По данным периодатного окисления обе фракции оказались глюкофруктанами смешанного типа, т.е. состоящими из фруктофуранозных остатков типа инулина и типа левана. Следовательно, глюкофруктаны *C.Fetissowii* отличаются от глюкофруктанов, выделенных из других видов растений рода Cousinia.

Для подтверждения результатов периодатного окисления и выяснения межмономерных связей в молекулах глюкофруктана был применен метод метилирования. Полнота метилирования фракций 3 и 4 достигалась

двухкратным повторением процесса. Выход продуктов метилирования глюкофруктанов по Хакомори для фракций 3 и 4 составил 84,0% и 86,0%.

С помощью метода ТСХ были идентифицированы следующие продукты: 2,3,4,6-тетра-О-метил-D-глюкоза (III), 1,3,4,6- тетра-О-метил-D-фруктоза (IV), 3,4,6- три-О-метил-D-фруктоза (V), 1,3,4- три-О-метил-D- фруктоза (VI) и следы 3,6-ди-О-метил-D-фруктозы (VII).



Количественное соотношение метилированных соединений, для глюкофруктанов во фракциях 3 и 4 соответственно равно - 1:3,5:12,3:2:0,5 и 1:3:12,3:2:0,5 (табл.7).

Таблица 7 - Мономерный состав перметилата Ф-3 и Ф-4

Фрак- ции	Выход, %	$[\alpha]_D^{22}$ (C.1, CHCl ₃)	Метилированные продукты	Соотношение метильных продуктов
Ф-3	84,0	-50,0	2,3,4,6-тетра-О-метил-D-глюкоза	1
			1,3,4,6-тетра-О-метил-D-фруктоза	3,5
			3,4,6-три- О-метил-D-фруктоза	12,3
			1,3,4-три- О-метил-D-фруктоза	2
			3,6-ди- О-метил-D-фруктоза	0,5
Ф-4	86,0	-52,0	2,3,4,6- тетра-О-метил-D-глюкоза	1
			1,3,4,6-тетра-О-метил-D-фруктоза	3
			3,4,6-три- О-метил-D-фруктоза	12,3
			1,3,4-три- О-метил-D-фруктоза	2
			3,6-ди- О-метил-D-фруктоза	0,5

Результаты метилирования свидетельствуют о том, что в полимерной цепи изученных глюкофруктанов имеются β -(2→1) связанные фруктофуранозные остатки типа инулина, что подтверждается присутствием основного вещества 12,3 и 12,3 частей 3,4,6-три-О-метил-D-фруктозы, а также 2 и 2 частей 1,3,4-три- О-метил-D-фруктозы, состоящей из фруктофуранозных остатков со связью β -(2→6) типа левана. Присутствие 3,6-ди- О-метил-D-фруктозы говорит о том, что в реакционной смеси имеются разветвления.

Таким образом, было определено, что глюкофруктан, выделенный из растения *C.Fetissowii*, состоит из смеси β -(2→1) и β -(2→6) гликозидных связей, состоящих из фруктофуранозных остатков.

Образование одинаковых перметилатов во фракциях 3 и 4 подтверждается данными периодатного окисления и говорит о том, что мы имеем дело с одним глюкофруктаном, включающим два типа связей, а не со смесью двух полисахаридов с разными типами связей.

Изучение структуры глюкофруктанов физическими методами

В ИК-спектрах Ф- 4 имеются полосы поглощения при 820, 865, 940 см^{-1} , отвечающие колебаниям пиранозного и фуранозного колец. Первая и третья полосы поглощения характерны для глюкофруктанов типа инулина, а полосы при 865 см^{-1} типичны для левана.

Для более досконального исследования строения глюкофруктанов и подтверждения полученных химических данных был использован метод ^{13}C -ЯМР-спектроскопии.

Из анализа ^{13}C -ЯМР-спектров глюкофруктанов Ф-4 видно, что глюкофруктаны являются смесью левана и инулина, подтверждением чему служат значения 104,8*, принадлежащие С-2, и 75,8*, принадлежащие С-4, имеются также стыковые звенья 2→1 β и 2→6 β , относящиеся к связанным фруктофуранозным остаткам и местам разветвлений (табл.8, рис.4).

Таблица 8 - Химические сдвиги ^{13}C -ЯМР-спектров глюкофруктанов Ф-4 из *C.Fetissowii*

Остатки	С-1	С-2	С-3	С-4	С-5	С-6
Остатки 2→1 β	62,18	104,43	78,8	75,9 75,8*	82,48	63,6
Остатки 2→6 β	61,6	105,08 104,8*	78,2	76,9	82,08	64,75
Остатки α -D-глюкопиранозы	93,3	72,84	75,43	70,58	72,45	61,57

(* - стыковые)

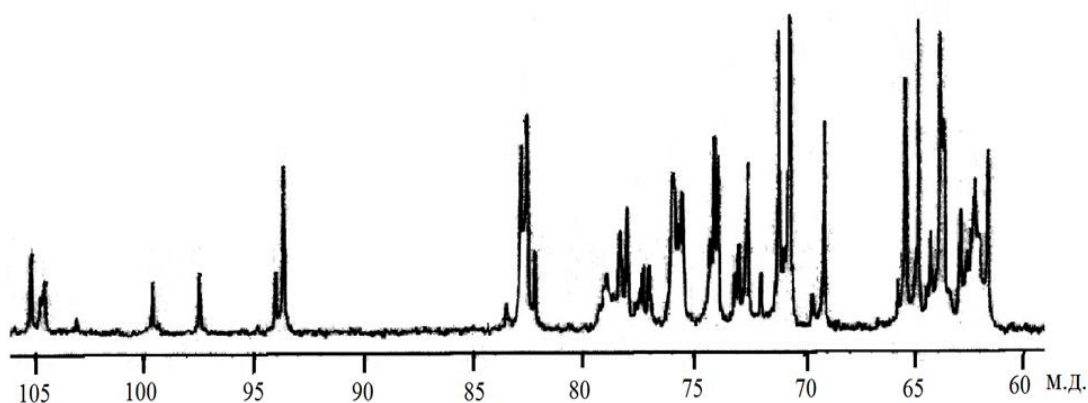


Рис.4. Спектр ^{13}C -ЯМР Ф-4 глюкофруктана из *C.Fetissowii* (Bruker WM-250, рабочая частота по углероду 62,89 мГц)

Молекулы глюкозы находятся в полимерной цепи только на восстанавливаемом конце, они присоединены к С-2 инулиновых звеньев, о чем свидетельствуют сигналы химических сдвигов С-1 α -D-глюкопиранозиды, равные 93,3 м.д. и характерные для такого типа связи.

Из интегральной интенсивности химических сдвигов полисахарида были вычислены соотношения 2 \rightarrow 1 β и 2 \rightarrow 6 β связей, равные 1,3:1 для глюкофруктанов Ф-4.

Таким образом, ^{13}C -ЯМР спектры глюкофруктанов Ф-4 полностью подтверждают тип глюкофруктана и конфигурации гликозидных связей, установленные ранее химическими и физическими методами анализа.

Частичный кислотный гидролиз глюкофруктанов

В продуктах частичного гидролиза Ф-4 с помощью БХ были обнаружены фруктоза и три олигосахарида с различными значениями Rf. Олигосахариды препаративно разделяли на сефадексе G-50, в результате чего было получено три индивидуальных олигосахарида: ОС-1, ОС-2 и ОС-3, строение которых было установлено на основании данных полного кислотного гидролиза, Rf, молекулярной массы, степени полимеризации и угла удельного вращения (табл.9).

Таблица 9 - Характеристика олигосахаридов, полученных при частичном кислотном гидролизе ГФ (Ф-4)

Показатели	Rf	М.В	СП	$[\alpha]_D^{22}$ град	Моносахаридный состав
ОС-1	0,03	2510	14	-46,0	Fru, Glc.
ОС-2	0,12	1240	7	-41,5	Fru, Glc.
ОС-3	0,65	504	3	-27,5	Fru, Glc.

Олигосахарид (ОС-1). В результате кислотного гидролиза были обнаружены фруктоза (94%) и глюкоза (6%). В продуктах периодатного окисления и распада по Смитсу обнаружен глицерин. Это свидетельствует о присутствии как β -(2 \rightarrow 1) связи типа инулина, так и β -(2 \rightarrow 6) типа левана.

В ИК-спектре имеются полосы поглощения при 820 см^{-1} , соответствующие колебанию пиранозного кольца, 860 см^{-1} - гликозидным связям и 945 см^{-1} - колебаниям фуранозного кольца, характерных для олигосахаридов типа инулина и левана.

По данным кислотного гидролиза, отрицательного значения угла удельного вращения, содержания фруктозы, периодатного окисления и ИК-спектроскопии можно предположить, что ОС-1 является олигосахаридом, состоящим из фруктофуранозных остатков типа инулина β -(2 \rightarrow 1) и типа левана β -(2 \rightarrow 6), связанных гликозидными связями, с восстанавливаемым в конце глюкозным остатком.

Олигосахарид (ОС-2). В продуктах кислотного гидролиза обнаружено содержание фруктозы 85,5% и глюкозы- 14,5 %. Из анализа ЯМР- ^{13}C - спектров следует, что в этом олигосахариде содержатся только фруктофуранозные остатки и они между собой соединены β -(2 \rightarrow 1) связью (табл.10, рис. 5).

Таблица 10 - Химические сдвиги атомов углерода в ^{13}C -ЯМР-спектроскопии ОС-2 и инулина

Остатки	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
β -2 \rightarrow 1 связанных звеньев фруктофуранозы:						
ОС-2	62.2	104.2	77.87	75.29	82.4	63.38
Инулин	62.2	104.2	77.9	75.3	82.35	63.4
α -D-глюкопиранозы:						
ОС-2	93.45	72.2	73.76	70.45	72.65	60.0
Инулин	93.5	72.3	73.8	70.5	72.6	60.0

Как видно из табл.10, при сопоставлении данных ЯМР- ^{13}C ОС-2 и инулина установлено, что они почти идентичны, т.е. все химические сдвиги атомов углерода характерны для β -(2 \rightarrow 1) связанных фруктофуранозных остатков, таким образом ОС-2 является инулинбиозой.

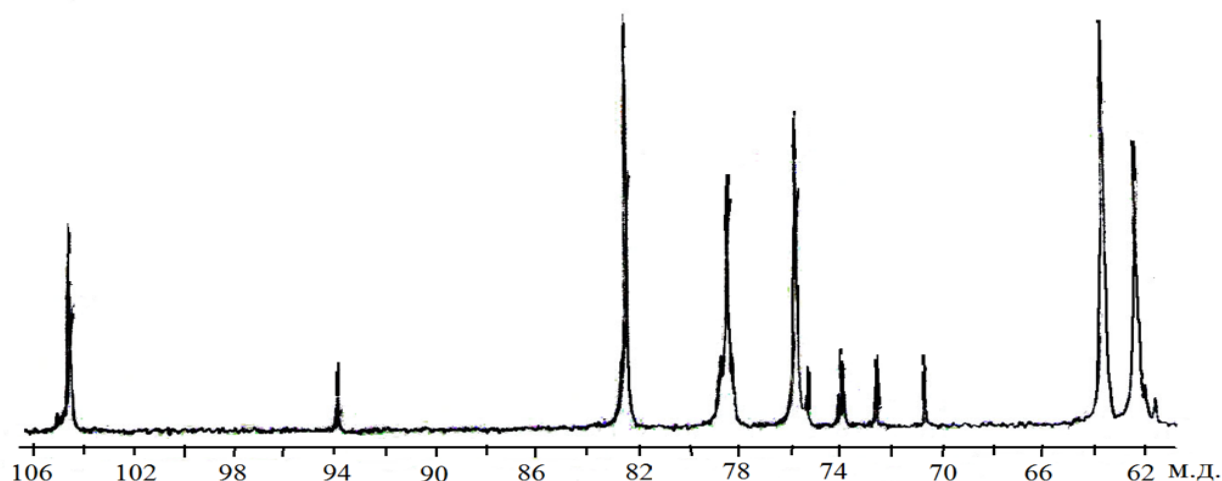


Рис.5. ^{13}C -ЯМР спектр ОС-2 глюкофруктана из *C.Fetissowii* (Bruker WM-250, рабочая частота по углероду 62,89 мГц)

Олигосахарид (ОС-3). С помощью кислотного гидролиза обнаружено в ОС-3 содержание 66,4% фруктозы и 33,6% глюкозы при сравнении с истинными свидетелями 1^f-кестозой и сахарозой.

ОС-3 был прометилован по методу Хакомори. В результате были получены перметилаты: 2,3,4,6-тетра-О-метил-D-глюкоза, 1,3,4,6- тетра-О-метил-D- фруктоза, 3,4,6- три-О-метил-D- фруктоза. Следовательно, ОС-3 является 1^f- β -D-фруктофуранозилсахарозой (1^f-кестозой).

Изучение пектиновых веществ из *C.Fetissowii*

Пектиновые вещества были получены из остатков сырья после выделения фруктозанов и водорастворимых полисахаридов.

Исходные полидисперсные пектиновые вещества фракционировали, чтобы получить однородные фракции. В результате были получены три фракции с выходом 7,8, 54,5, и 37,5%. Вторая фракция составляет основную часть (54,5%).

Далее Ф-2 была подвергнута кислотному гидролизу, где и был определен его мономерный состав и соотношение сахаров. Соотношение составило 2 частей глюкозы, 9-галактозы, 1-арабинозы, 1-ксилозы, 3-рамнозы и 14 частей галактуроновой кислоты, характерных для пектиновых веществ. В ИК-спектре были обнаружены полосы поглощения при 3390, 2920, 1730, 1640, 1400, 1320, 1080, 1000, 950, 825 см⁻¹, характерные для пектиновых веществ.

Ф-2 была подвергнута периодатному окислению. При распаде по Смиту, после восстановления и последующего гидролиза с помощью БХ были обнаружены арабиноза, ксилоза, рамноза и галактуроновая кислота, а также глицерин и эритрит.

Сравнительно небольшой расход периодата натрия и присутствие неокисленных моносахаридов свидетельствует о разветвленной структуре в полимере пектиновых веществ. Образование эритрита, согласно литературным данным, указывает на преобразование в основной цепи молекулы пектиновых веществ Ф-2 в D-галактопиранозу, соединенных между собой связями 1→4. Присутствие глицерина в реакционной смеси указывает на слабые концевые остатки D-глюкозы.

Таким образом, установлено, что пектины из *C.Fetissowii* представлены набором сахаров, характерных для растений сем. Сложноцветных. Моносахариды отличаются друг от друга по количественному содержанию сахаров с преобладающим количеством галактуроновых кислот.

Характеристика олиго- и полисахаридов из надземной части *C.Fetissowii*

Выделенный ВРПС подвергали кислотному гидролизу. Моносахаридный состав состоит только из фруктозы и глюкозы. Полидисперсный ВРПС фракционировали и были получены 4 фракции (табл.11).

Согласно табл.11 фракция 3 однородна и имеет наибольший выход водорастворимого полисахарида, что послужило основанием для дальнейшего его изучения.

Фракцию 3 подвергали кислотному гидролизу, в гидролизате с помощью БХ обнаружили фруктозу и глюкозу, количественное содержание которых

определяли по Кольтгофу и оно равнялось 92% и 8%. Следовательно, изучаемая фракция водорастворимого полисахарида является глюкофруктаном.

Таблица 11 - Фракционирование водорастворимого полисахарида

Соотношение водный раствор: этанол	1:1	1:1,5	1:2	1:2,5
Фракция, №	1	2	3	4
Выход, %	1,2	3,3	90,4	3,2
Молекулярная масса	21000	17400	14500	11000
Содержание фруктозы, %	88,0	89,3	92,0	94,0

В ИК-спектре имеются полосы поглощения при 835, 875,1 и 936,3 см⁻¹, характерные для глюкофруктанов смешанного типа, так как полосы при 835 см⁻¹ соответствуют колебанию пиранозного кольца, а при 875,1 см⁻¹ - гликозидным связям и при 936,3 см⁻¹ - колебанию фуранозного кольца.

Фракцию 3 подвергали периодатному окислению, затем проводили восстановление боргидридом натрия с последующим кислотным гидролизом. В гидролизатах был обнаружен в преобладающем количестве глицерин, что свидетельствует о присутствии как 2→1, так и 2→6 связи, указывающих на наличие линейной углеводной цепи.

Легкость и скорость кислотного гидролиза глюкофруктана Ф-3 подтверждает наличие фуранозной формы D-фруктозы, а отрицательное значение угла удельного вращения указывает на β-конфигурацию гликозидной связи.

Метилирование глюкофруктанов Ф-3 проводили по методу Хакомори.

Исходя из данных результатов метилирования, периодатного окисления и ИК- спектроскопии фракция 3 из *C.Fetissowii* является глюкофруктаном, состоящим из фруктофуранозных остатков, соединенных между собой гликозидными связями типа инулина β-(2→1) и типа левана β-(2→6).

Разработка способов получения инулина и фруктозных сиропов из инулина

Разработка относится к способам получения инулина и фруктозного сиропа из инулина, который может быть использован в качестве диабетических и омолаживающих средств.

Разработаны технические условия (ТУ) на способы получения инулина (КМС № 1158:2009 «Инулин. Технические условия») и фруктозного сиропа из инулина (КМС №1287:2015 «Сироп фруктозный. Технические условия»).

Задача предлагаемого способа – упрощение и удешевление технологического процесса при высоком выходе качественного продукта. Поставленная задача решается в способе получения фруктозного сиропа на основе растительного сырья, включающем экстрагирование и осветление,

причем корни растений экстрагировали водой в соотношении 1:6, в течение 60 мин. При 80°C, экстракт очищали, концентрировали, осаждали этанолом, полученный инулин гидролизovali 0,5% HCl при соотношении 1:4, концентрировали под вакуумом до получения фруктозного сиропа.

ВЫВОДЫ

1. Впервые изучен углеводный состав двух видов растений: *Cousinia Fetissowii* и *Acanthophyllum Subglabrum*. Определено количественное содержание моно-, олиго- и полисахаридов в подземных и надземных частях растений и установлено, что содержание углеводов зависит от периода вегетации. Выявлено преобладание водорастворимых полисахаридов в период плодоношения в корнях растений, а олигосахаридов в надземной части растений – в период бутонизации.

2. Из остатков сырья выделены попутные продукты ди-, три- и тетрасахариды из спирторастворимой части корней *C. Fetissowii*.

3. Методом полного и частичного кислотного гидролиза, бумажной, тонкослойной и гель - хроматографии, периодатного окисления, метилирования, измерения угла удельного вращения, молекулярной массы, ИК- и ¹³C-ЯМР спектроскопии изучены однородные фракции глюкофруктанов из *C. Fetissowii* и глюкоарабиногалактана, выделенный из *A. Subglabrum*. Доказано, что глюкофруктаны представляют собой соединения, содержащие одновременно два типа связей - типа левана β-(2→6) и типа инулина β-(2→1), а глюкоарабиногалактан в основной цепи состоит из α - (1→6) связанных галактопиранозных остатков.

4. Изучены пектиновые вещества, выделенные из растений *Cousinia Fetissowii* и *Acanthophyllum Subglabrum*. Результаты исследования показали, что они представляют собой соединения, состоящие из набора сахаров, соединенных между собой связью 1→4 и отличаются они от пектинов, выделенных из других растений.

5. Разработаны ТУ на способы получения «Инулина» и «Фруктозного сиропа».

Список опубликованных работ

1. Турдумамбетов, К. Углеводы растений *C. Fetissowii* и *C. Tamarae* [Текст] / К. Турдумамбетов, З.С. Ажибаева // Вестн. ОшГУ. – 2010. – № 3. – С. 50-56.
2. Турдумамбетов, К. Глюкофруктаны различного происхождения, их физико-химическая характеристика [Текст] / К. Турдумамбетов, З.С. Ажибаева, Г.К. Усубалиева и др. // Изв. НАН КР.-2010.- №2.-С.111-114.
3. Ажибаева, З.С. Исследование углеводного состава растений в зависимости от погодных-климатических условий [Текст] / З.С. Ажибаева // Тезисы докл. II-

- междунар. научно-практ. конф.: Перспективы развития научно-инновационной деятельности. – Бишкек, 2010. – С.59-60.
4. **Ажибаева, З.С.** Глюкофруктаны из корней *Cousinia Fetissowii* [Текст] / З.С.Ажибаева, К.Турдумамбетов // Хим. журн. Казахстана. – 2011. – 1(32). – С.154-160.
 5. **Ажибаева, З.С.** Полисахариды *Acanthophyllum Subglabrum* и структура глюкоарабиногалактана [Текст] / З.С.Ажибаева // Изв. ВУЗов. – Бишкек. – 2011. – № 3. – С.129-132.
 6. **Турдумамбетов, К.** Олиго- и полисахариды некоторых видов растений сем. Сложноцветных [Текст] / К.Турдумамбетов, З.С.Ажибаева, Г.К.Усубалиева и др. // Изв. НАН КР – 2011. – № 4. – С. 49-53.
 7. **Ажибаева, З.С.** Углеводы и свойства олиго- и полисахаридов из *A.Subglabrum* [Текст] / З.С.Ажибаева // Изв. ВУЗов. – Бишкек.- 2012. – № 1. – С.67-69.
 8. Патент КР №1582 Пищевой продукт “Дифрукт” [Текст] /К.Турдумамбетов, Дж. Джорупбекова, З.С. Ажибаева, и др. - 13.10.2013.
 9. **Турдумамбетов, К.** Олиго- и полисахариды из надземной части *C.Fetissowii* [Текст] / К.Турдумамбетов, З.С.Ажибаева, Г.К.Усубалиева и др. // Изв. НАН Кырг. Респ. – 2013. – № 1. – С. 52-55.
 10. **Ажибаева, З.С.** Частичное расщепление гликозидных связей глюкофруктанов из *C. Fetissowii* [Текст] / З.С.Ажибаева, // Вестник ОшГУ. – 2014. – № 1. – С.170-172.
 11. **Ажибаева, З.С.** Фруктозаны и пектиновые вещества, содержащиеся в двух видах растений [Текст]/ К. Турдумамбетов, Дж. Джорупбекова, З.С. Ажибаева и др. //Известия ВУЗов. -2014.- №5. - С.16-18.
 12. **Ажибаева, З.С.** Углеводсодержащие растения флоры Кыргызстана [Текст] / К.Турдумамбетов, З.С. Ажибаева, Дж. Джорупбекова и др.// Вестник КНУ им. Ж. Баласагына. Спец. выпуск. - 2014.- С.157-162.
 13. Патент КР №1720 Способ получения фруктозного сиропа из инулина [Текст] /К. Турдумамбетов, Дж. Джорупбекова, З.С. Ажибаева, и др.- 31.03.2015.
 14. **Ажибаева, З.С.** Исследование углеводного состава растений *Cousinia Fetissowii* химическими методами [Текст] / К.Турдумамбетов, З.С.Ажибаева// Наука, техника и образование.- 2016.- №6 (24).- С.16-18
 15. **Ажибаева, З.С.** Анализ углеводного состава растений из *Acanthophyllum Subglabrum*, произрастающих в Кыргызстане [Текст] / К.Турдумамбетов, З.С.Ажибаева// Проблемы современной науки и образования.- 2016.-№14 (56). - С.17-20.

16. **Ажибаева, З.С.** Растения родов *Cousinia* - источник получения глюкофруктанов (инулина) [Текст] / К. Турдумамбетов, З.С. Ажибаева// Проблемы современной науки и образования.-2016.- №28 (70).- С.17-20
17. **Турдумамбетов, К.** Разработка способа получения фруктозных сиропов из глюкофруктана [Текст] / К. Турдумамбетов, З.С. Ажибаева// Известия НАН КР - 2016.- № 2.- С.21-24.

Ажибаева Зулайка Сулаймановнанын
«*Acanthophyllum Subglabrum* жана *Cousinia Fetissowii* өсүмдүктөрүнүн олиго- жана полисахариддери, алардын түзүлүшү жана физико- химиялык касиеттери» деген темадагы 02.00.03 - органикалык химия адистиги боюнча химия илимдеринин кандидаты окумуштуулук даражасына сунуш кылынган диссертациясынын
КОРУТУНДУСУ

Негизги сөздөр: *Cousinia*, *Subglabrum*, глюкофруктан, олигосахариддер, полисахариддер, пектин заттары, глюкоарабиногалактан, өсүмдүктөрдүн тамыры жана жер бетиндеги бөлүгү, кагаз хроматографиясы, жука катмарлуу хроматография.

Изилдөөнүн объектиси: *A.Subglabrum* жана *C.Fetissowii* өсүмдүктөрүнүн тамыры жана жер бетиндеги бөлүгү.

Иштин максаты: *C.Fetissowii* жана *A.Subglabrum* өсүмдүктөрүнүн тамыры жана жер бетиндеги бөлүгүнөн бөлүнүп алынган моно-, олиго-, полисахариддерди комплекстик изилдөө. Алардан эки-, үч-, тортсахариддерди, глюкофруктан, глюкоарабиногалактан жана пектин заттарын бөлүп алуу жана түзүлүш өзгөчөлүктөрүн аныктоо.

Изилдөө ыкмалары: Кислоталык гидролиз, периодаттык жана хромдук кычкылдандыруу, Смит боюнча ажыратуу, Хакомори боюнча метилдештирүү, кагаз жана гель - хроматография, ИК- жана ¹³C-ЯМР- спектроскопиялар.

Изилдөөчү аппараттар: фотоколориметр, сахариметр СУ-3, поляриметр, спектрометр UR-20, спектрометр Bruker WM-250.

Изилдөөнүн жыйынтыктары: *A.Subglabrum* жана *C.Fetissowii* өсүмдүктөрүнүн углеводдук составы алгачкы жолу изилденди. *C.Fetissowii* өсүмдүгүнөн алынган глюкофруктан жана ди-, три-, тетрасахариддердин түзүлүшү жөнүндөгү жаны маалыматтар алынды. Алынган ди-,три-, тетрасахариддердин сахароза, кестоза жана стахиоза экендиги, ал эми глюкофруктан β -(2→1) жана β -(2→6) байланыштары аркылуу бириккен фруктофураноздук калдыктардардан тураары химиялык жана спектралдык методдор менен аныкталды.

A.Subglabrum өсүмдүгүнөн алынган полисахарид глюкоарабиногалактан жана анда 1→2, 1→3 жана 1→6 гликозиддик байланыштары бар экендиги аныкталды.

Колдонулуучу тармактар: медицина, тамак- аш өнөр жайы жана химиялык өндүрүш.

Диссертациянын автору тарабынан «Дифрукт» тамак- аш азыгы» жана «Инулинден фруктоза ширесин алуу ыкмасы» аттуу Кыргыз Республикасынын эки патенти алынды.

Резюме

диссертации Ажибаевой Зулайки Сулаймановны на тему: «Олиго- и полисахариды растений *Acanthophyllum Subglabrum* и *Cousinia Fetissowii*, их структура и физико –химические свойства» представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.03- органическая химия

Ключевые слова: *Cousinia*, *Subglabrum*, глюкофруктаны, олигосахариды, полисахариды, пектиновые вещества, глюкоарабиногалактан, корни, надземная часть, бумажная хроматография, тонкослойная хроматография.

Объекты исследования: корни и надземные части растений *C.Fetissowii* и *A. Subglabrum*.

Целью работы - является комплексное изучение моно-, олиго-, полисахаридов, выделенных из надземной и подземной части растений *C.Fetissowii* и *A. Subglabrum*. Выделение из них ди-, три-, тетрасахаридов, глюкофруктанов, глюкоарабиногалактанов и пектиновых веществ, установление их структуры.

Методы исследования: Частичный и полный кислотный гидролиз, периодатное и хромовое окисление, распад по Смитту, метилирование по методу Хакомори, бумажная, тонкослойная и гель - хроматография, ИК - и ^{13}C -ЯМР - спектроскопия.

Исследовательская аппаратура: фотоколориметр, сахариметр СУ-3, поляриметр, спектрометр UR-20, спектрометр Bruker WM-250.

Полученные результаты и их новизна: Впервые исследован углеводный состав растений *C. Fetissowii* и *A.Subglabrum*. Получены новые сведения о строении ди-, три-, тетрасахаридов и глюкофруктанов, выделенных из *C.Fetissowii*. Химическими и спектральными методами установлено, что выделенные из *C.Fetissowii* ди-, три- и тетрасахарид являются сахарозой, кестозой и стахиозой, а глюкофруктан состоит из фруктофуранозных остатков, соединенных между собой β -(2 \rightarrow 1) и β -(2 \rightarrow 6) связанными гликозидными связями.

Изучение пектиновых веществ показало, что они содержат набор сахаров, преимущественно галактуроновую кислоту. Основная цепь состоит из D- галактопираноз, соединенных между собой 1 \rightarrow 4 связью.

Установлено, что выделенный полисахарид из *A. Subglabrum* является глюкоарабиногалактаном и свидетельствует о наличии 1 \rightarrow 2, 1 \rightarrow 3 и 1 \rightarrow 6 гликозидных связей.

Область применения: медицина, пищевая и химическая промышленность. Автором получены патенты Кыргызской Республики на пищевой продукт «Дифрукт» и «Способ получения фруктозного сиропа из инулина».

Resume

on Z. Ajibaeva's dissertation work «Oligo- and polysaccharides of plants *Acanthophyllum Subglabrum* and *Cousinia Fetissowii*, their structure and physical and chemical properties» presented for the degree of Candidate of Chemical Sciences, specialty 02.00.03-organic chemistry

Keywords: *Cousinia*, *Subglabrum*, glucofructans, oligosaccharides, polysaccharides, pectin, glycoarabinogalactans, roots, aboveground part, paper chromatography, thin layer chromatography.

Objects of research: roots and aboveground part of plant *C. Fetissowii*, roots and aboveground part of plant *A. Subglabrum*.

The aim of the study is the complex study of –mono-, oligo-, and polysaccharides and pectin extracted from the aboveground and underground parts of plants such as *C. Fetissowii* *A. Subglabrum*. Isolation of di-, tri- and tetrasaccharides, glucofructans, glycoarabinogalactans, pectins from them. Determination of their structure features and chemical structure.

Methods of investigation: Acid hydrolysis, partial acid hydrolysis, periodate and chromium oxidation, the decomposition by Smith, methylation by Hakomori, paper, thin layer and gel - chromatography, specific rotation angle, the viscosity, IR and ¹³C-NMR-spectroscopy.

Research equipment: photocolormeter, polyrimeter, spectrometer UR-20, spectrometer Bruker WM-250.

The results obtained and their novelty: First studied carbohydrate composition of plants *C. Fetissowii* and *A. Subglabrum*. Obtained new information about the structure of di-, tri- and tetrasaccharides and glucofructans extracted from *C. Fetissowii*. By chemical and spectral methods determined that di-, tri- and tetrasaccharide, selected from *C. Fetissowii*, are saccharose, kestose and stachyose, and glucofructan consist of fructofuranose comprises connected with B-(2-1) and B-(2-6) related glycoside residues.

Investigation of pectin has shown that they contain a set of sugar and galacturonic acid. Main chain is composed of D-galactopyranosyl interconnected with 1-4 bonds. Found that obtained from *A. Subglabrum* polysaccharide is glycoarabinogalactan and it indicates the presence of 1-2, 1-3 and 1-6 glycosidic bonds.

Sphere of application: Agro-Food, chemical and medical industry.

The patents of the Kyrgyz Republic “Food product “Difrukt” and «Method of obtaining fructose syrup from inulin» was taken out by the author.

