

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Н. ТАТИЩЕВА

**А.В. Великородов, А.Г. Тырков, С.Б. Носачев,
Е.В. Щепетова, Н.М. Абдурахманова**

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ
МАСЛИЧНЫХ И ЭФИРНО-МАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ
АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Монография



Астрахань – 2025

УДК 54:378.16
ББК 28.072.5
Х46

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом Астраханского государственного университета им. В.Н. Татищева.

Рецензенты: **Е.В. Шинкарь** (Астраханский государственный технический университет),
М.В. Мажитова (Астраханский государственный медицинский университет)

Великородов А.В., Тырков А.Г., Носачев С.Б., Щепетова Е.В., Абдурахманова Н.М.

Химический состав и биологическая активность масличных и эфирно-масличных растений Астраханской области: монография. Астрахань: Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2025. – 160 с.

ISBN 978-5-00201-244-2

В монографии обобщены и систематизированы литературные данные и результаты исследований ученых Астраханского государственного университета им. В.Н. Татищева по химическому составу некоторых дикорастущих растений, а также интродуцированных и культивируемых растений Астраханской области.

Монография предназначена для широкого круга специалистов, занимающихся исследованиями в области химии природных соединений, фармакогнозии и фармакологии. Будет полезна преподавателям, студентам аспирантам.

© Издатель: Сорокин Роман Васильевич, 2025
© А.В. Великородов, соавт., 2025

Содержание

Введение	Стр. 4
Глава 1. Дикорастущие и культивируемые эфирно-масличные растения Астраханской области	9
Сбор растительного сырья и сушка, выделение эфирных масел. Качественный и количественный анализ образцов эфирных масел	9
Полыни	10
Тамарикс многоветвистый	26
Чистец болотный	31
Кахрис противозубной	38
Цмин песчаный и цмин ногайский	46
Иссоп лекарственный	51
Донник лекарственный и донник белый	56
Лофант анисовый	63
Робиния псевдоакация	70
Зюзник высокий и зюзник европейский	79
Мята полевая	86
Лаванда узколистная	90
Глава 2. Жирномасличные растения Астраханской области. Содержание липидов, фенольных соединений, флавоноидов	96
Лотос орехоносный	97
Выделение липидов из густого экстракта семян лотоса орехоносного. Определение жирных кислот, выделенных из липидной фракции экстрактов семян лотоса	100
Определение фенолов и флавоноидов	102
Антиоксидантные свойства экстракта семян <i>Nelumbo nucifera</i>	104
Изучение жирнокислотного состава масел семян лоха узколистного, дурнишника обыкновенного, лотоса орехоносного, сорго сахарного, амаранта метельчатого, арбуза, тыквы, хлопчатника, шелковицы, выделенных с помощью сверхкритического CO ₂	109
Перец сладкий	132
Список литературы	138

ВВЕДЕНИЕ

Астраханская область расположена на юго-востоке Восточно-Европейской равнины в пределах Прикаспийской низменности, в умеренных широтах, в зоне пустынь и полупустынь. Область узкой полосой протянулась по обе стороны от Волго-Ахтубинской поймы на расстоянии более 400 км. Протяжённость региона с востока на запад составляет максимум 120 км. Крайняя северная точка области находится на границе с Волгоградской областью на 48°52' с. ш., южная – на берегу Каспийского моря – 45°31' с. ш. Самая западная точка области расположена в Черноярском районе на границе с Волгоградской областью – 44°58' в. д., восточная – на одном из маленьких островков дельты Волги в Володарском районе на 49°15' в. д.

Климат полупустынной Астраханской области – континентальный, сухой. По степени засушливости он уступает лишь среднеазиатским пустыням и полупустыням. Характерными чертами климата являются: засушливое лето, сухая и жаркая весна, холодная, обычно бесснежная и ветреная зима. Климат характеризуется также большими годовыми и суточными амплитудами температуры воздуха, малым количеством осадков и большой испаряемостью влаги. Средняя годовая температура воздуха изменяется с юга на север от +10 °С до +8 °С.

Годовая сумма осадков от 180–200 мм на юге до 280–290 мм на севере области. Недостаточное количество атмосферных осадков и повышенные летние температуры воздуха обуславливают высокую испаряемость (900–1100 мм), в 3–4 раза превышающую сумму осадков.

Почвенный покров Астраханской области обладает низким естественным плодородием. Особенно выраженный дефицит в почвах области наблюдается в содержании гумуса, азота, цинка и кобальта. Кроме этого, почвы имеют повышенную засоленность и неблагоприятный водно-

воздушный режим, которые приводят к деградации почвенного и растительного покрова на больших площадях. Частые сильные весенние ветры юго-восточного и восточного направления, иссушают почву и приводят к ветровой эрозии, а близкое залегание минерализованных грунтовых вод и высокое их испарение способствуют накоплению солей в верхних горизонтах.

По данным почвенно-географическим районирования России почвы Астраханской области отнесены к светло-каштановым и бурым полупустынным почвам, включающие солончаковые комплексы, песчаные массивы и пятна солончаков. Светло-каштановые почвы зонально представлены в северных районах, в более южных районах – бурые полупустынные, в Волго-Ахтубинской пойме, дельте и подстепных ильменах – пойменными. Интразональные – солонцы и солончаки – встречаются повсеместно среди всех типов почв. Зональные светло-каштановые и бурые почвы относятся к группе аридных гипсово-известковых почв. Главными факторами почвообразования для светло-каштановых и бурых полупустынных почв являются засушливый климат (особенно высокие температуры вегетационного периода) и ксерофитный, разреженный характер растительности.

По характеру водного режима и связанных с ним процессов почвообразования аллювиальные почвы Астраханской области делятся на три группы: дерновые, луговые и болотные. Часть площадей Красноярского, Харабалинского, Наримановского и некоторых других южных районов области занята песками. Почвенный покров здесь формируется по мере зарастания песков различными растениями – ксерофитами (саксаул, прутняк, терескен и др.), способными выполнять функцию закрепления песков и предотвращения дефляции.

По степени обеспеченности органическим веществом почвы области характеризуются очень низким содержанием. Так, значение средневзвешенного показателя органического вещества составляет 1,4 %. Наимень-

шее содержание гумуса выявлено в почвах Лиманского – 0,59 %, Наримановского – 0,86 %, Ахтубинского – 0,87 % районов. Лучшие показатели по содержанию гумуса отмечены в Камызякском и Приволжском районах – 2,68 и 2,14 % соответственно, однако они также относятся к почвам с низким содержанием гумуса.

Астраханская область во флористическом отношении входит в Афро-Азиатскую пустынную область и в Прикаспийский округ Арало-Каспийской (Туранской) провинции Ирано-Туранской области Голарктики. Для округа характерны прикаспийско-туранские циркумкаспийские виды и эндемики Северного Прикаспия. Видовой состав флоры области не богат. Современная растительность Прикаспия сложилась примерно в последние 15 – 16 тысяч лет. За это время здесь в жёстких стрессовых условиях существования (недостаток увлажнения, засоление почвы) смогли закрепиться лишь 756–850 видов высших растений из 240 тысяч видов мировой флоры. Но сочетание этих видов, взаимопроникновение северных бореальных и пустынных ирано-туранских создают уникальные растительные сообщества. В пределах России не встретишь другого такого места, где при перепаде высот относительно междуречья 1,5 – 2,0 м представлены ассоциации от прибрежно-водных до растений пустынь. На территории Волго-Ахтубинской поймы и дельты р. Волги выявлено около 500 видов растений, относящихся к восьмидесяти двум семействам. Десять наиболее богатых видами семейств включают в себя 262 вида, или более 50 % от общего числа видов. Вниз по течению представленность семейств меняется. В европейской части России пустынная растительность как зональный тип отмечена только на юго-востоке в пределах Прикаспийской низменности. В пустынных местообитаниях ведущее место принадлежит сложноцветным, злаковым и маревым семействам, что указывает на связь и взаимопроникновение видов пустынных и поёмных местообитаний.

Сочетание этих видов, взаимопроникновение северных бореальных и пустынных ирано-туранских создают уникальные растительные сообщества. В России не встретишь другого такого места, где при перепаде высот относительно межи 1,5–2,0 м представлены ассоциации от прибрежно-водных растений до растений пустынь [1]. Известна Астраханская область также продуктами растениеводства (овощами, рисом и арбузами).

Уникальность биоты Астраханской области связана со спецификой географического положения и климата. В соответствии с природными особенностями разнообразен и растительный мир Астраханской области, здесь отмечаются как широко распространенные виды, так виды с очень ограниченным ареалом [2].

Растения в этих почвенно-климатических условиях в результате эволюции выработали ряд особенностей, позволяющих им переносить недостаток влаги и засоленность почвы. У многих видов изменились листья – площадь поверхности листа стала намного меньше. У некоторых произошло укрепление побегов. Как правило, подземная часть пустынных растений по мощности развития превосходит надземную часть в 19-20 раз. Здесь произрастают такие виды растений, как полыни, солерос, сарсазан шишковатый, тамарикс многоветвистый, кермек Гмелина – солелюбивые растения. Эфедра двуколосковая, тонконог, ковыль, селитрянга Шобера, терескен серый, колосняк гигантский, типчак, пырей пустынный – типичные представители пустынной флоры нашей области.

Растительный покров пустыни отличается исключительной динамичностью, что связано с резкими колебаниями условий среды обитания, в том числе с деформацией почвенного покрова. Вообще флора пустыни насчитывает 160–200 видов, а ведущими семействами здесь являются сложноцветные, маревые и злаковые.

Целью настоящей монографии является обобщение результатов исследований химического состава некоторых дикорастущих, культивируе-

мых и интродуцированных растений Астраханской области, выполненных учеными Астраханского государственного университета им. Н.В. Татищева. Большое внимание уделено изучению компонентного состава эфирных масел, выделенных из эфирно-масличных растений, а также изучению жирнокислотного состава растительных масел, выделенных из семян ряда растений.

В монографии описаны не только литературные данные по применению некоторых дикорастущих и культивируемых растений в народной медицине, но также приводятся результаты изучения фармакологической активности выделенных биологически активных соединений (антимикробная, противогрибковая, антиоксидантная, гепатопротекторная, анксиолитическая активность и др.).

Глава 1

ДИКОРАСТУЩИЕ И КУЛЬТИВИРУЕМЫЕ ЭФИРНО- МАСЛИЧНЫЕ РАСТЕНИЯ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Сбор растительного сырья и сушка, выделение эфирных масел.

Качественный и количественный анализ образцов эфирных масел

Сухое сырье получали согласно правилам сбора и сушки лекарственных растений [3]. Сырье во избежание разрушения биологически активных веществ и для удаления излишней влаги высушивали сразу после сбора наиболее распространенным методом – воздушной сушкой, основанной на свободном доступе воздуха к растительному материалу, разложенному в затемненном месте.

Выделение эфирных масел из измельченной наземной части растений осуществляли методом пародистилляции при атмосферном давлении в аппарате из нержавеющей стали из воздушно-сухого сырья массой 5 кг, дистиллят отбирали в течение 6 ч. Масло сушили безводным сульфатом натрия, отделяли от осушителя декантацией. Продолжительность процесса пародистилляции установлена экспериментально на основании изучения динамики изменения выхода эфирного масла во времени. Выход эфирного масла определяли в % в пересчете на вес воздушно сухого сырья.

Физико-химические показатели эфирных масел определяли по общепринятым методикам [4].

Качественный и количественный анализ образцов эфирных масел проводили на хроматографе Shimadzu GS 2010 с масс-селективным детектором GCMS-QP 2010. Для идентификации компонентов использовали библиотеку масс спектров NIST 14 или более раннюю версию (NIST 02).

Образцы эфирного масла растворяли в бензоле в соотношении 1 : 150 по объему. Колонка неполярная OPTIMA-1 (метилсиликон, твердосвя-

занный) 25 метров, диаметр 0,25 мм. Режим хроматографирования: инжектор –180 °С; детектор – 200 °С; интерфейс – 205 °С; газ носитель – гелий (99,99999%), 1 см³/мин при делении потока 1:25; термостат – 60 °С 1 минута, 2 град/мин до 70 °С, 5 град/мин до 190 °С, затем 30 град/мин до 280 °С, изотерма 2 минуты. Режим регистрации масс спектров 39 – 550 m/z. Для определения линейных индексов эфирное масло и нормальные парафины (C₉-C₂₂) растворяли в бензоле. *n*-Парафины разбавляли до концентрации 0,007% по объему, эфирное масло донника – 1 : 30 000 по объему. Объем вводимой пробы составлял 1 мкл. Количественное содержание компонентов эфирного масла вычислялось по площадям газохроматографических пиков без использования корректирующих коэффициентов. Качественный анализ проводили путем сравнения линейных индексов удерживания [5] и полных масс-спектров компонентов с соответствующими данными чистых соединений (% сходимости ≥95%). Линейные индексы удерживания рассчитывали по формуле [6,7]:

$$RI_x = 100 n + 100 k (t_{Rx} - t_{Rn} / tR_{(n+k)} - t_{Rn}), \text{ где}$$

n – число атомов углерода *n*-парафина;

k – разность числа атомов углерода двух *n*-парафинов;

t_{Rx} – время удерживания вещества;

t_{Rn} – время удерживания *n*-парафина с *n* атомами углерода;

tR_(n+k) - время удерживания *n*-парафина с *n+k* атомами углерода.

Полыни

Род полынь – *Artemisia L.* (семейство Asteraceae) объединяет свыше 400 видов, распространенных главным образом в умеренной зоне северного полушария, из которых в СНГ произрастает 174 вида. Виды полыни чаще всего встречаются в степях, другие растут в полупустынях и пустынях, а некоторые являются сорняками во всех зонах.

Интерес к полыням объясняется тем, что во многих видах, которые были исследованы, найдены сесквитерпеновые лактоны, представляющие собой фармакологически активные вещества. В результате всестороннего изучения некоторые препараты из полыни предложены для применения в медицинской практике.

Исследование химического состава эфирных масел в зависимости от экологических факторов раскрывает особенности аллелопатических явлений в фитоценозах и имеет важное практическое значение.

Состав эфирного масла по многим составляющим его компонентам идентичен, но есть и различия [8].



Полынь австрийская

Полынь австрийская (*Artemisia austriaca*) - многолетнее серо-белое корнеотпрысковое травянистое растение [9]. Стебли прямостоячие, ветвистые, густолиственные. Листья дважды перисторассеченные на мелкие линейные заостренные доли. Цветочные корзинки широкояйцевидные, мелкие, поникающие, собраны в метельчатое соцветие. Листочки обертки ли-

нейные, волосистые. Все цветки и корзинки трубчатые. Время цветения – июль-август.



Полынь песчаная

Полынь песчаная (*Artemisia arenaria*) – полукустарник высотой 20–100 см. Стебли у основания деревянистые, вегетативные побеги укороченные. Листья зелёные, слегка мясистые, почти голые, рассечены на узкие сегменты и линейно-ланцетные конечные дольки; нижние – длинночерешковые, остальные – сидячие. Корзинки яйцевидные, сидячие или на укороченных ножках, собраны в раскидистую метёлку. Растет *Artemisia arenaria* на песках в степях и на морских побережьях Балканского полуострова, на побережье Азовского и Чёрного морей, в западном Предкавказье, в Прикаспии и Приаралье. Благодаря быстрому вегетативному размножению, *Artemisia arenaria* хорошо закрепляет рыхлые пески, образуя малопродуктивные пастбища – песчанополынные.

Полынь сантонская (*Artemisia santonica*) – пустынно-степной вид Прикаспия. Представляет собой многолетник, полукустарник высотой до 70 см, листья очередные, дважды перисторассеченные, а нижние стеблевые листья черешковые, опушенные, сизые. Цветки мелкие, длиной 2–3 мм, обоеполые, чашечки нет, венчик трубчатый, пятизубчатый с эфирно-масличными железками. Соцветие – продолговато-яйцевидные сидячие корзинки, собранные в узкую сжатую метелку. Галофильно-лугово-степной Причерноморско-казахстанский вид. Произрастает на влажных солончаках, окраинам лиманов, в местах выхода засоленных грунтовых вод.



Полынь сантонская

Полынь Лерха (*Artemisia lerchiana*) или белая полынь – многолетний полукустарничек высотой 16-50 см. Все растение вначале покрыто седоватыми густыми пушистыми волосками, в последствии частично голое. Куст состоит из многолетних деревянистых, сильно укороченных побегов и коротких облиственных однолетних. Плодоносящие побеги многочисленные,

в верхней половине ветвистые. Листья бесплодных побегов и нижние стеблевые – черешковые, 2-3-перисторассеченные; средние – сидячие, 2-перисторассеченные, у основания с перисторассеченными ушками; самые верхние листья – простые, линейные. Соцветия – корзинки – сидячие, собраны в сжатое метельчатое соцветие. Венчик желтый или розовый.



Полынь Лерха

Плод – семянка. Цветет в августе – сентябре. Растет на лугах, пастбищах, в степях на сильно солонцеватых черноземных, каштановых и бурых почвах, на солонцах. Кормовое растение. Индикатор солонцеватости почв. При засолении почвы у *A. lerchiana* проявлялись свойства, характерные для суккулентов. Это существенно отличает *A. lerchiana* от мезофитов, клетки которых теряют воду в условиях водного дефицита [10].

Нами изучен химический состав эфирных масел четырех видов полыней, влияние экологических факторов на накопление, содержание и состав эфирного масла представителей рода *Artemisia L.*, произрастающих в природно-климатических условиях Астраханской области [11, 12].

Наземную часть полыни сантонской (*Artemisia santonica*), полыни Лерха (*Artemisia lerchiana Web.*), полыни песчаной (*Artemisia arenaria*), полыни австрийской (*Artemisia austriaca Jack.*) собирали вблизи населенных пунктов Астраханской области (Джакуевка, Приволжье, Кучергановка, Яксатово, Стрелецкое, Камызяк, Енотаевка). Сырье собирали в фазу цветения в июле и анализировали в сухом виде.

Образцы эфирного масла подвергали определению цвета и показателя преломления, и результаты определения этих показателей представлены в табл. 1.

Таблица 1

Место сбора сырья, выход, внешний вид, показатель преломления эфирного масла четырех видов полыни

Вид полыни	Место сбора	Внешний вид	Показатель преломления n_D^{20}	Выход эфирного масла, %
<i>Artemisia austriaca</i>	Кучергановка	гелеобразная масса светло-желтого цвета с сильным запахом камфоры		0,42
	Камызяк			0,33
	Приволжье			0,30
	Стрелецкое			0,37
<i>Artemisia santonica</i>	Джакуевка	масло желтоватого цвета с сильным запахом камфоры	1,5044	0,70
	Кучергановка		1,4984	0,65
	Стрелецкое		1,5031	0,70
	Яксатово		1,5033	0,54
<i>Artemisia lerchiana</i>	Кучергановка	бесцветное масло	1,4822	0,24
	Джакуевка		1,4820	0,32
	Приволжье		1,4821	0,27
	Стрелецкое		1,4822	0,26
<i>Artemisia arenaria</i>	Приволжье	масло желто-зеленого цвета	1,5049	0,48
	Джакуевка		1,5170	0,68
	Стрелецкое		1,5055	0,64
	Енотаевка		1,5048	0,67

В табл. 2 приведены идентифицированные в эфирном масле соединения в четырех видах полыни, а также их количественное содержание в % от цельного масла.

Как следует из приведенных в табл. 2 данных, эфирные масла изученных четырех видов полыни значительно отличаются друг от друга по своему химическому составу. Основными компонентами эфирного масла полыни *Artemisia lerchiana* являются 1,8-цинеол (31,0-32,3%), камфора (48,5-49,4%), изоборнеол (5,6-6,5%) и терпин-4-ол (3,4-3,5%). В то же время эфирное масло *Artemisia santonica* характеризуется более высоким содержанием камфоры (59,7-60,6 %), изоборнеола (9,5-9,8 %), терпин-4-ола (3,9-4,9%), но гораздо меньшим содержанием 1,8-цинеола (14,0-15,4%). Отличительной особенностью химического состава эфирного масла *Artemisia arenaria* является повышенное содержание α -бисаболола (34,5-34,9%), β -пинена (23,1-24,3%), α -пинена (7,9-8,4%), присутствие в отличие от других видов полыни лимонена (6,9-7,3%), и пониженное содержание 1,8-цинеола (0,9-1,4%) и камфоры (5,2-5,4%). В эфирном масле *Artemisia austriaca* в качестве основных компонентов присутствуют камфора (73,8-74,1%), изоборнеол (3,1-3,6%), *транс*-пинокарвилацетат (3,9-3,1%). В отличие от других видов полыни в эфирном масле *Artemisia austriaca* идентифицированы гемакрен D и γ -элемен.

Полученные данные существенно расширяют и дополняют сведения по химическому составу полыней Прикаспийской низменности, позволяют расширить сырьевую базу эфирномасличных растений за счет видов рода *Artemisia* L. Идентифицировано несколько нетипичных для рода *Artemisia* соединений (амилвинилкарбинол, октагидро-1,4,9,9-тетраметил-1*H*-3а,7-метаноазулен, нерилацетат), что, вероятно, является результатом влияния комплекса почвенно-климатических условий и растительных биоценозов Прикаспия.

Таблица 2

Состав образцов эфирных масел *Artemisia lerchiana* (образцы № 1-4), *Artemisia santonica* (образцы № 5-8), *Artemisia arenaria* (образцы № 9-12), *Artemisia austriaca* (образцы № 13-16).

Название компонента	RI	Номер образца															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
α -пинен	931	0,3	0,3	0,2	0,3					8,4	7,9	8,2	7,9	0,1	0,2	0,2	0,3
камфен	946	2,0	1,9	1,8	2,1	0,6				0,5	0,4	0,6	0,5				
амилвинилкарбинол	951	0,3	0,3	0,4	0,2	0,5	0,4	0,2	0,5					0,3	0,4	0,2	0,4
сабинен	972									1,3	1,1	0,9	1,4				
β -пинен	975	0,5	0,4	0,6	0,5				0,4	23,3	24,3	23,1	23,6				
окт-1-ен-3-ол	978	0,2	0,2	0,3	0,1												
Δ^2 -карен	984	0,1		0,1	0,1												
β -мирцен	991	0,1		0,2	0,1			0,3		1,5	1,1	1,3	1,5				
<i>n</i> -цимол	1023	0,8	0,6	0,5	0,7		0,3	0,2		1,4	1,5	1,4	1,4				
лимонен	1028									7,3	7,2	7,1	6,9				
1,8-цинеол	1033	31,0	32,3	31,5	31,0	15,4	15,0	15,2	14,0	1,3	0,9	1,2	1,4	1,6	1,6	1,8	1,6
сантолина-спирт	1037					0,4	0,4	0,3	0,4								
γ -терпинен	1058	0,4	0,2	0,5	0,5	0,2		0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,5			0,2	
M=152*	1078	0,5	0,6	0,5	0,5			0,2									
камфенилон	1085													0,1		0,4	0,1
<i>цис</i> -сабиненгидрат	1094					0,6	0,7	0,5	0,7								
линалоол	1100						0,1			0,1		0,1	0,3				
M=154*	1103	0,3	0,3	0,1	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3					1,0	0,7	1,1	0,9
изопентил-3-метилбутаноат	1105	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5					1,0	0,9	0,9	0,9
3-туйон	1107								0,1					0,1	0,2	0,3	0,1
α -туйон	1108							0,2			0,2		0,1	1,5	1,3	1,5	1,6
M=152*	1118													0,8	0,8	0,9	0,7
M=140*	1134	0,5	0,4	0,4	0,4												
<i>транс</i> -пинакарвеол	1139	1,0	0,5	0,8	1,0		0,1		0,2	0,5	0,6	0,5	0,6	0,3	0,3		0,4
камфора	1146	48,8	49,0	48,5	49,4	60,6	59,8	60,2	59,7	5,4	5,2	5,3	5,4	74,1	73,9	73,8	74,0
изоборнеол	1148	5,6	6,0	6,5	5,7	9,8	9,6	9,5	9,8	1,3	1,0	1,3	1,4	3,4	3,6	3,5	3,1
<i>транс</i> -вербенон	1150						0,2		0,1					0,6	0,5	0,5	0,6
пинакарвон	1161	0,5	0,4	0,4	0,4	0,8	0,8	0,7	1,0	0,2	0,4	0,1	0,3	0,7	1,0	0,8	0,8
эстрагол	1172	0,3	0,1	0,3	0,2		0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,4	0,4				
терпин-4-ол	1177	3,4	3,5	3,4	3,4	4,9	4,7	4,8	5,1	1,0	0,9	1,3	0,9	2,1	1,7	1,9	2,3
миртеналь	1180	0,6	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,5					0,7	0,8	0,6	0,4

Окончание таблицы 2

α-терпинеол	1189	1,1	1,0	0,9	1,2	2,1	1,9	2,4	3,1	0,4		0,6	0,5	0,7	0,6	0,7	0,5
миртенол	1196	0,5	0,4	0,5	0,2	0,6	0,6	0,4	0,5	0,3	0,3	0,5	0,4	0,8	0,9	0,8	0,8
цитронеллол	1215								0,2	0,2	0,3	0,3	0,2				
транс-карвеол	1219	0,2	0,1	0,2	0,1	0,4	0,5	0,4	0,4					0,2	0,5	0,2	0,4
3Z-гексенил-2-метилбутаноат	1233													0,7	0,7	0,6	0,7
транс-пинокарвилацетат	1237					0,1	0,4	0,4	0,5					3,0	2,9	3,0	3,1
карвон	1243	0,2	0,3	0,1	0,3	0,4	0,6	0,3	0,3					0,8	0,6	0,6	0,8
фелландраль	1271					0,4	0,5	0,4	0,4					0,5	0,5	0,4	0,6
миртенилацетат	1325										0,1			0,1	0,1	0,3	0,3
нерилацетат	1346							0,1		0,2	0,3	0,2	0,2				
α-терпинилацетат	1350					0,1	0,2	0,1	0,1								
октагидро-1,4,9,9-тетраметил - 1H-3a,7-метаноазулен	1390									0,2	0,3	0,1	0,2				
метилэвгенол	1406	0,5	0,6	0,7	0,5	0,4	0,5	0,4	0,2	1,8	2,2	2,4	1,9	0,4	0,5	0,5	0,4
β-цедрен	1413							0,2		0,4	0,3	0,5	0,4				
β-фарнезен	1456									0,2	0,2	0,1	0,1				
гермакрен D	1483						0,5	0,2	0,2					2,9	3,0	3,0	2,7
γ-элемен	1500								0,1		0,2		0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
неролидол	1540							0,2	0,1	1,2	1,3	1,4	1,1				
спатуленол	1578									1,9	1,9	1,7	1,8				
1,7,7-триметилбицикло [2.2.1]гепт-2-ил ацетат	1584					0,5	0,5	0,5	0,4	2,8	2,9	2,6	2,7	0,2	0,4	0,1	0,1
M=196*	1615													0,5	0,6	0,5	0,7
бисаболол оксид B	1655									1,6	1,6	1,7	1,3				
α-бисаболол	1688									34,7	34,9	34,8	34,5	0,5	0,6	0,5	0,4

M* – неидентифицированные соединения.

К растениям рода *Artemisia* до настоящего времени сохраняется устойчивый интерес отечественных и зарубежных исследователей, что обусловлено не только многообразием их видов, но и содержанием целого комплекса ценных биологически активных веществ, проявляющих широкий спектр фармакологической активности [13–16].

В продолжение исследований по изучению химического состава эфирных масел полыни [11,12] нами изучен компонентный состав эфирного масла *Artemisia taurica* Willd, произрастающей на территории природного «Богдинско-Баскунчакского» заповедника Астраханской области, в фазу цветения, количественное определение его основных компонентов [17].

Artemisia taurica Willd. (полынь таврическая) встречается от Крыма на западе до Богдинско-Баскунчакского заповедника в Астраханской области на востоке. На территории ареала полынь таврическая распространена прерывисто, и ее относят к редким растениям. Однако в настоящее время эта полынь расширяет ареал, активно распространяясь по залежам на юге степной зоны и в пустынной зоне.

В Заволжье, согласно карте ареала [18], *Artemisia taurica* встречается только в четырех точках: три из них отмечены на левом берегу р. Волги между г. Приморском и пос. Луговая Пролейка, одна – у озера Эльтон. В дополнение к данным Ф.Я. Левиной в 2002 г. были опубликованы сведения о нахождении этой полыни на берегах оз. Баскунчак, где она распространена на склонах горы Большое Богдо [19–21].

Авторы статьи [22] при повторном изучении таксонов рода *Artemisia* L. (Asteraceae), распространенных в Турции, обнаружили две популяции, которые, предположительно, могут быть новой разновидностью вида *Artemisia taurica* Willd., принадлежащий к подроду *Seriphidium* (Besser) Fourr. В ходе морфологических и цитологических исследований установлено, что новый сорт следует отнести к виду *Artemisia taurica*, но он также имеет существенные морфологические отличия. К этим морфологическим разли-

чиям относятся длина стеблей, цветоносов, пестиков, столбиков, развилок рыльца, тычинок, нитей, размеры листьев, листочков, венчиков, завязей, пыльников, семянков, направление синфлоресцентных ветвей, ориентация головок на ветви, цвет венчика и тип волосяного покрова. Новый сорт также отличался числом хромосом [23]. На основании этих различий авторы [22] предложили описывать новую разновидность вида *Artemisia taurica* как *Artemisia taurica* var. *vanensis*, который распространен только на очень ограниченной территории на востоке Турции. Авторы приводят идентификационный ключ для всех таксонов подрода *Seriphidium* и измененное описание вида *Artemisia taurica* для включения двух его разновидностей, диагноз и идентификационный ключ для двух сестринских разновидностей, карта распространения и несколько описательных рисунков нового сорта.

Artemisia taurica Willd. является полукустарничком, имеющим южно-причерноморско-заволжский тип ареала, простирающийся от Крымского полуострова на западе до границ с Казахстаном на Востоке. В последнее время вид активно заносится и в другие, более северные районы России (среднее Поволжье, Удмуртия) [24, 25]. На горе Большое Богдо (Астраханская область) *Artemisia taurica* Willd. находится на юго-восточной границе своего ареала и произрастает по склонам горы в составе полынно-злаковых группировок [25].

Artemisia taurica представляет собой беловатое или серое растение из-за наличия густых паутинистых волосков, сохраняющихся до конца вегетации. Корни – вертикальные, деревянистые, толстые и сильно укороченные. Бесплодные побеги, и ребристые стебли достигают высотой 15–40 см, в верхней половине ветвистые с короткими или несколько удлиненными косо вверх направленными веточками. Листья бесплодных побегов и нижние стеблевые листья – черешковые длиной 1,5–2,5 см. Листовая пластинка является овально-продолговатой, дважды или почти трижды перисторассеченной, конечные дольки линейно-нитевидные длиной 3–5 мм, за-

остренные или туповатые. Верхние стеблевые листья – почти сидячие, менее сложно рассеченные, прицветные – простые, линейно-нитевидные длиной 3–6 мм. Корзинки – сидячие, яйцевидные длиной 3–3,5 мм и шириной примерно 2 мм, вверх направленные, довольно густо колосовидно собранные на веточках. Соцветие – метельчатое, обертка черепитчатая, густо серо-волосистая, листочки ее выпуклые, по краю пленчатые, наружные овальные, внутренние более крупные, содержит 6–8 обратноланцетных или ланцетных цветков. Семена достигают до 1 мм длины, яйцевидные, плосковатые, сероватые и тонкобороздчатые. Цветение в июле-августе.

Известно, что эфирное масло полыни таврической, произрастающей в Крыму, содержит монотерпены: сабинен, мирцен, 1,8-цинеол, α - и β -туйоны, а также борнеол с преобладанием туйонов. Однако существуют разные хемотипы этого растения, в эфирных маслах которых присутствуют различные количества нерола, нероля, гераниола и гераниала [26].

У растений этого вида обнаружены сесквитерпеноподобные соединения (тауремизин, мибулактон и таурин), которые химически являются лактонами [27–29].

Исследован качественный состав и установлено количественное содержание компонентов эфирного масла *Artemisia taurica*, дикорастущей в Крыму, на всех стадиях вегетации, включая весеннее всходы побегов, бутонизации, массового цветения и созревания семян. В эфирном масле обнаружено 42 соединения и установлено, что все они, за исключением 1-октен-3-ола, 1,1-диметил-3-метил-2-винилциклогексана и анетол, моно- и сесквитерпены [30]. Основными компонентами эфирного масла на протяжении всего вегетационного периода *Artemisia taurica* были бициклические терпеновые кетоны: α - и β -туйоны и оксид 1,3-цинеола.

Динамика накопления в эфирном масле каждого из них была различной. От весенних всходов побегов до семян при созревании содержание α -туйона увеличивалось (69,61, 69,86, 75,15 и 72,32%); 1,8-цинеола снижа-

лось (10,57, 7,75, 5,69 и 2,68%); и β -туйона варьировалось незначительно (12,69, 16,36, 12,37 и 10,89%). Помимо основных компонентов эфирное масло также содержало спорадически появляющиеся соединения (α - и β -пинены, камфен, карен, цис-пинокорвеол, сабинол, камфору, сабинокетон, пинокарвон, 2(10)-пинен-3-он и метилэвгенол) и непрерывно присутствующие второстепенные соединения (сабинен, 1-октен-3-он, куминовый спирт, *n*-изопропилбензальдегид, *n*-цимол, γ -терпинен, транс-пинокорвеол и терпинен-4-ол). В процессе созревания семян компонентный состав эфирного масла был обогащен дополнительными соединениями (лимонен, 1,1-диметил-3-метилен-2-винилциклогексан, 5(E)-2,6-диметил-1,5,7-октатриен-3-ол, цис-*n*-мент-2-ен-7-ол, 1,5,5-триметил-6-метиленциклогекс-1-ен, карвон, анетол, спатуленол и кариофилленоксид).

Авторами исследования [31] также было установлено, что накопление эфирного масла начинается уже в фазу всходов или отрастания для растений второго и последующих лет жизни, достигая своего максимума в период начала цветения – массовое цветение. Эфирное масло, полученное методом пародистилляции с выходом 0,59%, представляет собой легкоподвижную прозрачную жидкость светло-желтого цвета, имеющую приятный, но резкий специфический травяной запах.

Эфирное масло полыни таврической характеризуется широким спектром воздействия на организм человека и применяется в народной медицине. Также используется в виноделии и ликероводочном производстве; в парфюмерно-косметическом производстве – при изготовлении духов, одеколонов, лосьонов и для отдушки мыла, зубных порошков и других гигиенических средств. В быту эфирное масло полыни таврической используют для ароматизации помещений, но в дозах не более 0,1–0,5 мг на 1 м³ (что соответствует ее природной концентрации). Эфирное масло применяют против блох и устранения неприятных запахов домашних животных [30].

В исследовании [32] изучались антиоксидантные свойства эфирных масел, полученных из наземных частей полыни *Artemisia taurica* Willd., и его влияние на фермент ксантиноксидазу. Установлено, что эфирное масло *Artemisia taurica* эффективно ингибирует активные виды кислорода и удаляет супероксидный радикал. Более того, было замечено, что эфирное масло *Artemisia taurica* также уменьшает содержание 2,2-дифенил-1-пикрилгидразида (DPPH). Найдено, что эфирное масло *Artemisia taurica* ингибирует фермент ксантиноксидазу.

Сырье *Artemisia taurica* Wild (наземная часть) собрано в Ахтубинском районе Астраханской области в государственном Богдинско-Баскунчакском природном заповеднике (нижняя часть южного склона горы Большое Богдо), 48°08'21"N (с.ш.), 46°51'25"E (в.д). Собрал и определил профессор А.П. Лактионов.

Показатель преломления эфирного масла n_D^{20} 1,4537.



Полынь крымская (таврическая) *Artemisia taurica* Willd

Изучение зависимости выхода эфирного масла в зависимости от сроков вегетации показало, что наибольший выход наблюдается из растения в фазе цветения (табл. 3).

В таблице 4 представлен компонентный состав эфирного масла полыни таврической.

Сравнительный анализ компонентного состава эфирного масла полыни таврической, произрастающих в Крыму и в Астраханской области, проанализированных в стадию цветения, позволил выявить следующие особенности.

Основными компонентами эфирного масла полыни таврической, произрастающей в Крыму, являются α - (69,86%) и β - (16,36%) туйоны, а также 1,8-цинеол (эвкалиптол) (7,75%). В то же время основными компонентами эфирного масла полыни таврической, произрастающей в Астраханской области, являются камфора (24,50%), борнеол (8,70%), изодигидрокарвеол (4,11%), мертиналь (3,67%), терпен-4-ол (3,35%) [17]. Повышенное содержание камфоры является, по-видимому, результатом стресса растения в условиях засушливого климата [33].

Таблица 3

**Выход эфирного масла из наземной части в разные сроки вегетации
*Artemisia taurica***

Сроки вегетации	Выход эфирного масла, %*
Июнь (фаза бутонизации)	<u>0,46</u> 0,48
Август (фаза массового цветения)	<u>0,57</u> 0,59
Сентябрь (фаза созревания семян)	<u>0,54</u> 0,55

*в числителе и знаменателе указан выход эфирного масла соответственно из свежего и высушенного растительного материала.

Таблица 4

**Компонентный состав эфирного масла *Artemisia taurica* Willd, произрастающей
в Астраханской области**

Компонент	Индекс удерживания	Количественное содержание, % от цельного масла
α -Пинен	932	0,24
1-Октен-3-ол	979	0,31
Гексановая кислота	995	0,39
Октаналь	1003	**
Эвкалиптол	1026	1,92

Продолжение таблицы 4

<i>транс</i> -Сабинен гидрат	1051	1,72
<i>цис</i> -Сабинен гидрат	1094	3,29
α -Туйон	1106	1,32
<i>цис-n</i> -Мент-2-ен-1-ол	1121	0,91
Камфора	1143	24,50
Пинокарвон	1161	1,41
Борнеол	1166	8,70
Терпен-4-ол	1176	3,35
Изогераниаль	1182	0,54
<i>цис</i> -Пинокарвеол	1186	3,23
α -Терпинеол	1192	1,38
<i>транс-n</i> -Мент-1-ен-3-ол	1193	1,08
Миртеналь	1195	3,67
Миртенол	1196	2,46
<i>изо</i> -Дигидрокарвеол	1215	4,11
Карвон	1244	2,97
(Е)-Коричный альдегид	1270	0,68
<i>транс</i> -Вербенил ацетат	1277	1,40
Борнил ацетат	1286	**
α -Пинокарвил ацетат	1312	0,49
М=152*	1320	2,09
Мертенил ацетат	1327	0,56
<i>цис</i> -Дигидро- β -терпинеол ацетат	1329	0,43
α -Терпинеол ацетат	1351	0,78
Цитронеллил ацетат	1355	1,90
(Е)-Ундек-2-еналь	1365	2,37
Соберол, <i>транс</i>	1379	2,41
Додеценаль	1409	0,91
Изокариофиллен	1412	1,01
Карвон гидрат	1426	1,79
Селина-5,11-диен	1442	2,62
Аромадендрен оксид	1462	0,91
<i>цис</i> -Линалоол оксид	1466	0,74
Гермакрен D	1484	1,24
М=184*	1533	1,13
Циннамил пропионат	1544	1,46
Спатуленол	1567	0,94
Гексадекановая кислота	1924	6,52
Всего идентифицировано соединений:		41
Монотерпены:		6,57%
Монотерпеноиды:		65,17%
Сесквитерпены:		4,87%
Сесквитерпеноиды		1,85%
Карбонильные соединения:		4,04%

Жирные кислоты и сложные эфиры кислот:	13,93%
Спирты:	0,31%

* Неидентифицированные соединения. ** Содержание компонента менее 0,1%.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить качественный и количественный химический состав эфирного масла *Artemisia taurica* Willd., произрастающей на территории природного Богдинско-Баскунчакского заповедника Астраханской области. Специфический состав эфирного масла данного растения, вероятно, связан как с его видовой принадлежностью, так и с особенностями почвенно-климатических условий произрастания.

Тамарикс многоветвистый

Исследован химический состав образцов эфирного масла *Tamarix ramosissima* в зависимости от срока вегетации, проведено количественное определение его основных компонентов [6].

Тамарикс многоветвистый – галофит, кустарник, широко распространенный в Астраханской области [34]. Другими названиями этого растения являются: гребенщик, гребенчук, бисерник, астраханская сирень, дженгил, божье дерево, соляной кедр, эшель. Естественные заросли тамарикса произрастают по берегам рек области. Тамарикс не требователен к почве.

Тамарикс – род вечнозеленых или листопадных вересковидных кустарников, реже деревьев, с тонкими ветвями, покрытыми красно-коричневой корой, с возрастом превращающейся в синевато-фиолетовую, серо-зеленой листвой и многочисленными мелкими белыми, розовыми или фиолетовыми цветочками, собранными в раскидистые метельчатые соцветия.

Образование его зарослей является прямым следствием пастбищной дигрессии. Возле сел, где постоянно нарушается почвенный покров, тамарикс образует буйные заросли. Летучие семена тамарикса быстрее закрепляются и прорастают на почве оголенной. В Астраханской области встречается несколько видов тамарикса, но наиболее распространенным является тамарикс многоветвистый (*Tamarix ramosissima*). Исходные виды древовидной формы имеют высоту 5–8 метров.

Тамарикс отлично возобновляется после рубок. Его древесина имеет большой удельный вес. В сыром виде она тонет в воде. Тамарикс имеет некоторое значение как растение, укрепляющее песок.

В народной медицине *Tamarix* применяют в качестве вяжущего, потогонного, мочегонного, кровоостанавливающего и анальгезирующего средства.

Исследован потенциал антиоксидантной активности этилацетатных и метанольных экстрактов *Tamarix boveana* методом DPPH (с использованием свободного радикала 1,1-дифенил-2-пикрилгидразила) [35,36] и методом ABTS [метод, в котором определяется ингибирование катион-радикала, полученного окислением 2,2'-азинобис-(3-этилбензотиазолин-6-сульфоновой кислоты) с помощью персульфата калия] [37], а также оценено общее содержание полифенольных соединений в исследуемых экстрактах с помощью метода Фолина-Чикальтеу [38]. Установлено, что этилацетатный экстракт проявляет 100% ингибирование радикалов [39].

Проведено изучение мембраностабилизирующей активности экстракта *Tamarix ramosissima*. Установлено, что наиболее выраженное мембраностабилизирующее действие оказывает экстракт листьев *Tamarix ramosissima*, полученного в соотношении 1:2, что актуализирует необходимость детального исследования экстрактов Тамарикса с целью получения на их основе новых лекарственных форм [40].

Осуществлено экспериментальное изучение регенераторной активности экстракта цветков Тамарикса многоветвистого на крысах-самцах 5-месячного возраста и установлено, что экстракт цветков тамарикса многоветвистого способствует более быстрому заживлению раневой поверхности и раннему отторжению струпа в сравнении с контрольной группой животных [41].

В литературе описан химический состав эфирных масел *Tamarix boveana* [42], *Tamarix dioica* [43], *Tamarix aphylla* [44], *Tamarix Chinensis* Lour [45]. В то же время химический состав эфирного масла *Tamarix ramosissima*, произрастающего в Астраханской области, практически не исследован.



Тамарикс многоветвистый

Изучение зависимости выхода эфирного масла в зависимости от сроков вегетации показало, что наибольший выход наблюдается из растения в фазе цветения (табл.5) [6].

Таблица 5

**Выход эфирного масла из наземной части в разные сроки вегетации тамарикса
многоветвистого**

Сроки вегетации	Выход эфирного масла, %*
апрель-начало мая	<u>0,10</u> 0,15
май-начало июня (фаза цветения)	<u>0,23</u> 0,30
середина июня-начало июля	<u>0,15</u> 0,18
конец июля-начало августа	<u>0,10</u> 0,14

*в числителе и знаменателе указан выход эфирного масла соответственно из свежего и высушенного растительного материала.

В табл. 6 приведены идентифицированные в эфирном масле тамарикса многоветвистого соединения, а также их количественное содержание [6].

Таблица 6

Количественный состав эфирного масла тамарикса многоветвистого

Название компонента	Индекс удерживания RI	Содержание, в % от цельного масла
Гексановая кислота	963	3,81
Бензиловый спирт	998	2,30
Гептановая кислота	1060	1,01
α -Этилкапроновая кислота	1111	0,73
Октановая кислота	1162	4,63
Феноксизетен	1194	1,06
2-Метил-2-циклопентен-1-он	1195	2,16
Нонановая кислота	1258	12,63
Метилдеcanoат	1325	2,96
Декановая кислота	1356	9,82
Изопинокамфеол	1364	1,71
Метилэвгенол	1374	2,28
Дигидроактиндиолит	1485	5,40
Ундекановая кислота	1549	4,93
Бензофенон	1590	1,37
Гептадекан	1700	1,75
Этилтетрадеcanoат	1796	1,50
2-Пропил-1-гептанол	1839	1,16

Тетрагидрогеранилацетон	1853	21,35
Геранилацетон	1897	1,48
Нонадекан	1900	1,30
Моноизобутирфталат	1911	2,08
Гексадекановая кислота	1923	3,41
Октадеканаль	2018	2,55
Эйкозан	2020	1,52
Маноол	2055	3,37
Генейкозан	2100	1,72
<i>Углеводороды</i>		
Алканы, алкены		9,51
Спирты		3,46
Альдегиды		2,55
<i>Терпеноиды</i>		
Монотерпеновые углеводороды		5,40
Оксигенированные терпены		23,06
Сесквитерпеновые углеводороды		1,48
Оксигенированные дитерпеноиды		3,37
Ароматические соединения		5,73
Жирные кислоты и эфиры жирных кислот		45,43
Всего		99,99

Как следует из приведенных данных, химический состав эфирного масла тамарикса многоветвистого весьма специфичен. Основными компонентами эфирного масла являются тетрагидрогеранилацетон (21,35%), нонановая кислота (12,63%), декановая кислота (9,82%), дигидроактиндиол (5,40%), а также углеводороды.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить качественный и количественный химический состав эфирного масла растения *Tamarix ramosissima* Ledeb., дикорастущего в Астраханской области. Специфический состав эфирного масла данного растения, вероятно, связан с его произрастанием на засоленных территориях в условиях пониженной влажности и высоких атмосферных температур.

Чистец болотный

К роду *Stachys* относится более 270 видов растений [46], распространенных во всех регионах мира, за исключением Австралии и Новой Зеландии. В Европейской части России встречается только 9 видов *Stachys*, в Западной Сибири – 7 видов и на Алтае – 5 видов.

Среди них активно исследуются *Stachys officinalis* L. (чистец аптечный или лекарственный), *Stachys palustris* L. (чистец болотный), *Stachys lavandulifolia* Vahl. (чистец лавандолистный), *Stachys tibetica* Vatke. (чистец тибетский), *Stachys betoniciflora* Rupr. (чистец буквиццветный), *Stachys sylvatica* L. (чистец лесной) и другие.

Stachys palustris L. распространен на всей территории Европы, в Турции и умеренных районах Азии от Ирана до Китая. В России этот вид встречается в европейской части, в Сибири и на Алтае.

Растет *Stachys palustris* L. на сырых лугах, по берегам рек, по лесам среди кустарников. В Астраханской области данное растение произрастает преимущественно по берегам рек.

Чистец болотный – многолетнее травянистое растение с ползучим корневищем и клубневидно утолщенными на концах подземными побегами.

Стебель опушен жесткими, обращенными вниз волосками, высотой 30–100 см. Листья темно-зеленые супротивные, короткочерешковые, ланцетные, заостренные. Соцветие – длинное, в нижней части прерывистое. Венчик 14–18 мм длиной, темно-пурпурный, нижняя губа его с белым рисунком. Соцветие колосовидное, мутовки состоят из 6–10 цветков. Прицветники линейные, равные цветоножкам или длиннее их; чашечка ясно двугубая; венчик пурпуровый или пурпурно-лиловый, в два раза превышает чашечку. Плод – темно-коричневый голый орешек овальной формы. Цветет в июне-сентябре. Плоды созревают в августе-сентябре.

В эфирном масле *Stachys palustris* L., полученном методом гидродистиляции из надземных частей растения, произрастающем в Южной Италии, идентифицировано 92 соединения: оксид кариофиллена (7,8%), гексагидрофарнезилацетон (7,4%), гексадекановая кислота (6,8%), (Z,Z,Z)-9,12,15-октадекатриеновая кислота (6,7%), (Z)-фитол (6,4%), тимол (5,8%), *n*-метоксиацетофенон (5,1%), 4-винилгваякол (3,8%), тетрадекановая кислота (3,8%), (E)-кариофиллен (3,6%), β -ионон (3,3%) и β -дамаскенон (3,0%). Выход масла составил 0,21% [47].



Чистец болотный

В эфирном масле, выделенном из *Stachys serotina*, произрастающем в Хорватии, содержание фитола составляет всего 0,1%, а основными компонентами оказались (E)- β -кариофиллен (22,6%), δ -кадинен (9,6%), α -гумулен (7,5%) и гермакрен D (6,0%) [48].

Авторами статьи [49] изучен химический состав *Stachys pilifera* Benth. – эндемичного вида Ирана, впервые показали изменчивость состава эфирного масла у одиннадцати диких популяций *S. pilifera*. Наиболее распространенными компонентами оказались *цис*-хризантенилацетат (19,1–48,2%), виридифлорол (1,4–19,1%), *транс*-кариофиллен (2,3–11,9%), кариофилленоксид (1,9–11,0%), лимонен (2,0–5,9%) и спатуленол (0,0–9,5). Это позволило с помощью кластерного анализа выделить четыре основных хемотипа: хемотип I (*цис*-хризантенилацетат), хемотип II (*цис*-хризантенилацетат ацетат/виридифлорол), хемотип III (*цис*-хризантенил ацетат/виридифлорол/спатуленол), хемотип IV (*цис*-хризантенил ацетат/*транс*-кариофиллен/ α -пинен).

Найдено, что мажорными компонентами эфирного масла *Stachys koelzii* Rech.f., произрастающего в Иране, являются α -пинен (36,71%), 1,8-цинеол (20,53%) и *транс*-кариофиллен (12,34%) [50]. Сравнительное изучение химического состава эфирных масел *Stachys atherocalyx* C. Koch. и *Stachys sylvatica* L., произрастающих в Иране, показало, что основными компонентами в первом случае являются спатуленол (22,08%), линалоол (9,14%), линалил ацетат (8,86%) и β -боурбонен (5,65%), то во втором случае – β -кариофиллен (19,64%), δ -кадинен (13,41%), спатуленол (12,51%) и α -гумулен (11,17%) [51].

Установлено [52], что основными летучими компонентами эфирных масел трех видов *Stachys*, произрастающих в Турции, являются α -пинен (11,2%), *n*-цимол (18,2%), и карвакрол (28,8%) в *S. macrantha*, γ -мууролен (10,2%), α -цедрен (11,2%) и лимонен (37,0%) в *S. sylvatica* и α -пинен (11,4%), β -пинен (23,1%) и (*Z*)- β -оцимен (24,8%) в *S. annua* ssp *annua* var. *Annua*.

Обнаружены также существенные отличия в химическом составе шести видов *Stachys* (*Stachys scardica*, *S. officinalis*, *S. germanica*, *S. sylvatica*, *S.*

plumosa and *S. recta*), произрастающих в Сербии [53].

Исследован химический состав эфирных масел семи таксонов *Stachys*, произрастающих в Хорватии: *S. alpina* L., *S. officinalis* (L.) Trevis, *S. palustris* L., *S. recta* L. subsp. *recta*, *S. recta* L. subsp. *subcrenata* (Vis) Briq., Ten. и *S. sylvatica* L. [54]. Установлено, что у всех таксонов кроме *S. alpina* основными компонентами являются сесквитерпеновые углеводороды. Эфирное масло *S. alpina* содержит значительное количество оксигенированных сесквитерпенов. Кроме того, эфирные масла *S. alpina* и *S. palustris* содержат значительные количества карбонильных соединений и спиртов. Обнаружены также некоторые различия в составе эфирного масла двух подвидов *S. recta* (*S. recta* subsp. *recta* и *S. recta* subsp. *subcrenata*), произрастающих практически в одинаковых условиях.

Авторами работы [55] методами ГХ и ГХ-МС изучен химический состав эфирных масел шести видов *Stachys*, *S. cretica* L. ssp. *vacillans* Rech., *S. germanica* L., *S. hydrophila* Boiss., *S. nivea* Labill., *S. palustris* L. и *S. spinosa* L., полученных методом гидродистилляции. Установлено, что все масла содержат значительные количества жирных кислот и эфиров (24,2–58,5%), большое количество сесквитерпенов (16–35,9%), за исключением масла *S. palustris*, которое содержит значительное количество карбонильных соединений (25,4%). В эфирном масле *S. palustris* идентифицированы 92 соединения: оксигенированные монотерпены (3,1%), монотерпеновые углеводороды (0,5%), оксигенированные сесквитерпены (10,6%), сесквитерпеновые углеводороды (5,4%), карбонильные соединения (25,4%), фенолы (11,2%), жирные кислоты и сложные эфиры (24,2%). Исследована антипролиферативная активность в отношении ряда линий раковых клеток человека (C32, амеланотическая меланома и ACHN, почечно-клеточная аденокарцинома) всех масел. Наибольшую антипролиферативную активность в отношении клеточной линии C32 с 77% ингибированием в концентрации 100 мкг/мл проявило масло *S. germanica*, а наибольшую активность на клеточной ли-

нии ACHN проявили *S. palustris* и *S. spinosa* в концентрации 100 мкг/мл с ингибированием 81, 77 и 73% соответственно.

Найдено также, что эфирные масла *S. palustris*, *S. cretica* и *S. hydrophila* показали высокий антирадикальный эффект со значениями IC₅₀ 0,482, 0,652 и 0,664 мг/мл соответственно [55]. Способность спиртовых экстрактов *Stachys palustris* L. ингибировать радикал DPPH (IC₅₀ 92,08–105.42 мкг/мл) показана в работе [56].

Установлено, что эфирное масло *Stachys koelzii* Rech.f. ингибирует пародонтальный патоген *Prevotella intermedia* (МИК 0,1 мг/мл, МБК 0,2 мг/мл), а также проявляет цитотоксическое действие на клетки линии HeLa (IC₅₀ 0,06 мг/мл) [50].

В народной медицине используют корни и надземную часть растений рода *Stachys*. *Stachys palustris* L. применяют в качестве противоопухолевого, ранозаживляющего, противоязвенного, успокаивающего, противовоспалительного средства, в лечении ангины, кашля, склероза селезенки, аллергии и гинекологических кровотечений [57]. В фитотерапии чай из этого растений рода *Stachys* используется в качестве седативного, спазмолитического, мочегонного и стимулирующего менструацию средства [58–61].

Сырье *Stachys palustris* L. (наземная часть) собрано в течение июня–сентября 2022 г. в Камызякском районе Астраханской области в окрестностях п. Верхнекалиновский (46°56'16.53" с.ш. и 47°87'40.64 в.д.). Сырье анализировали в свежем и сухом виде.

Нами изучена зависимость выхода эфирного масла, полученного в фазах бутонизации, массового цветения и созревания плодов [62]. Установлено, что наибольший выход эфирного масла наблюдается из растения в фазе цветения (табл. 7).

В таблице 8 приведены идентифицированные в эфирном масле чистота болотного соединения, а также их количественное содержание.

Таблица 7

Выход эфирного масла из наземной части в разные сроки вегетации чистеца болотного

Сроки вегетации	Выход эфирного масла, %*
Июнь (фаза бутонизации)	<u>0,16</u> 0,17
Июль – начало августа (фаза массового цветения)	<u>0,19</u> 0,20
Конец августа – начало сентября (фаза созревания плодов)	<u>0,17</u> 0,18

*в числителе и знаменателе указан выход эфирного масла соответственно из свежего и высушенного растительного материала.

Таблица 8

Количественный состав эфирного масла чистеца болотного в фазу цветения

Название компонента	Индекс удерживания RI	Содержание, % от цельного масла
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
(<i>E,E</i>)-2,4-Гексадиеналь	905	0,10
1-Октен-3-он	969	0,70
1-Октен-3-ол	977	0,50
β -Пинен	978	0,20
α -Туйен	1019	0,06
Фенилацетальдегид	1041	1,50
γ -Терпинен	1045	0,09
Гептановая кислота	1049	0,09
Линалоол	1084	1,11
2-Этилгексановая кислота	1102	0,21
Метилникотинат	1115	1,72
Октановая кислота	1161	0,38
α -Терпинеол	1187	0,50
3-Деканол	1198	0,63
γ -Терпинеол	1199	0,36
Кумаран	1201	0,36
Вербенон	1210	0,50
4-Метоксибензальдегид	1235	0,28
Гераниол	1255	0,50
Нонановая кислота	1277	1,03
Тимол	1290	4,20
Карвакрол	1297	0,92
4-Метоксиацетофенон	1302	4,90
4-Винилгваякол	1313	1,65
Декановая кислота	1351	1,95
β -Элимен	1387	0,27
Кумарин	1392	10,27
Метил циннамат	1394	0,75
β -Кариофиллен	1420	2,87

Ундекановая кислота	1449	3,61
α -Селинен	1472	1,20
Гермакрен D	1477	1,00
β -Ионон	1485	3,36
Додекановая кислота	1547	3,66
(E)-Неролидол	1560	0,92
Мегастигматриенон	1577	1,23
Кариофиллен оксид	1585	1,84
Бензофенон	1590	4,02
τ -Кадиол	1633	0,20
Бензилбензоат	1762	0,49
Тетрадекановая кислота	1769	3,47
6,10,14-Триметил-2-пентадеканон	1829	2,75
Гексагидрофарнезил ацетон	1845	7,50
1-Нонадецен	1890	0,50
(Z)-Фитол	1949	6,78
Гексадекановая кислота	1952	14,87
(Z,Z)-9,12-Октадекадиеновая кислота	2122	4,00
Всего идентифицировано соединений	47	
Монотерпеновые углеводороды	0,62	
Оксигенированные монотерпены	6,04	
Дитерпеноиды	6,78	
Сесквитерпеновые углеводороды	5,07	
Оксигенированные сесквитерпены	12,90	
Кумаран и кумарин	10,63	
Карбонильные соединения	14,25	
Жирные кислоты и сложные эфиры	36,23	
Фенолы	5,85	
Другие соединения	1,63	
Всего	100	

Как следует из приведенных данных, химический состав эфирного масла чистеца болотного, произрастающего в Астраханской области, весьма специфичен. В масле *Stachys palustris* L. идентифицировано 47 соединений (100%). Основными компонентами эфирного масла являются жирные кислоты и сложные эфиры кислот (36,23%), карбонильные соединения

(14,25%), оксигенированные сесквитерпены (12,90%), фенолы (5,85%), а также кумарин и кумаран (10,63%).

Мажорными компонентами эфирного масла *Stachys palustris* L., полученного в фазе цветения, являются гексадекановая кислота (14,87%), кумарин (10,27%), гексагидрофарнезил ацетон (7,50%), (Z)-фитол (6,78%), 4-метоксиацетофенон (4,90%) и тимол (4,20%).

Таким образом, проведенные исследования [62] позволили выявить качественный и количественный химический состав эфирного масла *Stachys palustris* L., дикорастущего в Астраханской области. Специфический состав эфирного масла данного растения, вероятно, связан как с его видовой принадлежностью таксона (гексагидрофарнезилацетон, фитол, гексадекановая кислота, тимол, 4-метоксиацетофенон), так и особенностями почвенно-климатических условий произрастания и аллелопатическим влиянием биоценозов (кумарин, кумаран).

Кахрис

Нами изучен химический состав эфирного масла, полученного методом гидродистилляции из плодов *Prangos odontalgica*.

Растения рода *Prangos* представлены 30 видами, причем половина, из которых произрастает в Иране и Турции.

В литературе описан химический состав эфирных масел *Prangos acaulis* [63], *Prangos asperula* [64], *Prangos uechtritzi* [65], *Prangos ferulaceae* [66, 67], *Prangos latiloba* [68,69], *Prangos corymbosa* [70], *Prangos pabularia* [71].

Для получения эфирного масла из растений рода *Prangos* используются все части растений (корни, стебли, листья, цветки, плоды) и различные методы: гидродистилляция [72,73], микродистилляция [74], сверхкритическая флюидная экстракция [75], совмещенная дистилляция – экстракция по

Ликенс-Никерсону [76], твердофазная микроэкстракция [77], микроэкстракция под действием микроволнового излучения [78] и пародистилляция – твердофазной микроэкстракцией [79].

Исследован компонентный состав эфирного масла *Prangos corymbosa*, полученного методом гидродистилляции из наземной части растения в фазу вегетации и в фазу цветения методом газовой хроматографии–масс-спектрометрии. В эфирном масле этого растения в фазу вегетации было идентифицировано 21 соединение, а в фазу цветения – 28 соединений. Основными компонентами эфирного масла в фазу вегетации являлись β -элемен (22%), спатуленол (12,5%). В фазу цветения в эфирном масле возросло содержание β -элемена (40,7%), а также обнаруживался кессан (10,7%) [68]. В эфирном масле, выделенном методом гидродистилляции из плодов *Prangos uechtrizii*, произрастающего в Турции, идентифицировано 38 компонентов, основными из которых являются *n*-цимен (10,9%), γ -терпинен (7,0%), β -фелландрен (7,8%), α -фелландрен (6,3%) и (Z)- β -оцимен (4,6%) [65]. Иранскими исследователями изучен химический состав эфирного масла, полученного из надземной части *Prangos acaulis* с помощью метода гидродистилляции [62], при этом было идентифицировано 43 соединения. Основными компонентами эфирного масла оказались α -пинен (13,6%), лимонен (12,94%), мирцен (8,1%), β -пинен (5,4%), δ -3-карен (25,54%), α -терпинолен (14,76%), кариофилен (2,98%) и куркумен (2,65%).

Методом твердофазной микроэкстракции получено эфирное масло из измельченных цветков, листьев и стеблей *Prangos latiloba*, произрастающего в провинции Хорасан Разави (Иран). В эфирном масле, выделенном из цветков, было идентифицировано 28 соединений, среди которых основными оказались лимонен (18,3%), мирцен (10,4%), (E)- β -оцимен (7,8%), α -фелландрен (6,4%) и α -пинен (5,7%). В эфирном масле, выделенном из ли-

стьев, основными компонентами среди 23 идентифицированных соединений являлись лимонен (17,4%), мирцен (9,4%), α -пинен (6,1%), α -фелландрен (5,4%) и (E)- β -оцимен (5,3%). В эфирном масле, полученном из стеблей этого растения идентифицировано 29 соединений, среди которых основными являлись лимонен (13,5%), мирцен (8,6%), α -фелландрен (4,9%), гермакрен D (4,5%) и γ -куркумен (4,3%) [68]. В эфирном масле, полученном методом гидродистилляции, из измельченных сухих плодов широко распространенного в Иране *Prangos asperula*, идентифицировано 52 компонента, среди которых основными оказались δ -3-карен (16,1%), β -фелландрен (14,7%), α -пинен (10,5%), α -гумулен (7,8%), гермакрен D (5,4%), δ -кадинен (4,2%) и терпинолен (4,0%) [64].

В эфирном масле *Prangos pabularia*, выделенном из плодов растения, произрастающего в Турции, было идентифицировано 60 соединений (93,2%) [71]. Установлено, что в эфирном масле доминируют сесквитерпены: бициклогермакрен (21%), α -гумулен (8%), спатуленол (6%) и α -бисаболол (4%). Среди монотерпенов основными компонентами являлись (Z)- β -оцимен (19%) и α -пинен (8%).

Prangos ferulacea (L.) Lindl., принадлежащий к семейству Зонтичные, представляет собой вид, преимущественно произрастающий в Восточном Средиземноморье и в Западной Азии. Он широко используется в традиционной медицине в нескольких странах, и было показано, что он обладает несколькими интересными биологическими свойствами [80].

С целью получения новых представлений о фитохимии и фармакологии этого вида, авторами статьи [80] получены эфирные масла из цветов и листьев *Prangos ferulacea* (L.) Lindl., произрастающего на Сицилии (Италия). Химический состав обоих масел, полученных методом гидродистилляции из листьев и цветков, оценивался методом ГХ-МС. Этот анализ позволил выявить новый хемотип, характеризующийся большим количеством

(Z)- β -оцимена. Кроме того, эти эфирные масла были протестированы на предмет их возможной противомикробной и антиоксидантной активности. Показано, что эфирные масла *Prangos ferulacea* (L.) Lindl. эфирные масла проявляют умеренную противомикробную активность; в частности, цветочное эфирное масло активно в низких концентрациях. Они также проявляют хорошую антиоксидантную активность *in vitro* и *in vitro*, в частности, показано, что эфирные масла цветков и листьев *P. ferulacea* вызывают снижение АФК и повышение активности супероксиддисмутазы, каталазы и глутатион-S-трансферазы в клетках опсонизированных полиморфно-ядерных лейкоцитов, стимулированных зимозаном. Таким образом, эти эфирные масла могут рассматриваться как перспективные кандидаты для фармацевтических и нутрицевтических препаратов.

В народной медицине используют корни и надземную часть растений рода *Prangos*. На основе проведенных исследований установлено, что суберозин, содержащийся в *Prangos pabularia*, проявляет значительную ларвицидную активность в отношении *Aedes aegypti* [71]. Плоды *Prangos pabularia* используют также в качестве ветрогонного, возбуждающего и мочегонного средства в Тибетской медицине, а *Prangos tschiniganica* B. Fedtsch. используется в народной медицине Узбекистана в качестве средства для лечения лейкоплакического вульвита [81].

Прангос противозубный – дикорастущее в Астраханской области растение семейства *Umbelliferae*, из которого приготавливают отвары, применяющиеся в народной медицине при зубной боли и дизентерии. Химический состав эфирного масла, содержащегося в плодах этого растения, практически не исследован в отличие от других представителей рода *Prangos*.

Это – многолетнее травянистое коротко-железисто-пушистое растение высотой 20-25 см, имеет ветвистый прямой и ребристый стебель. Прикорневые листья трижды или четырежды перисто-рассеченные, а стеблевые

листья меньше по размеру. Зонтики в поперечнике составляют от двух до четырех сантиметров и состоят из 5-10 цветков, лепестки которых окрашены в желтый цвет. Плоды голые, продолговатые, булавовидные. Длина плода почти в два раза превышает ширину. Плоды с толстым сухим околоплодником и малозаметными ребрами 13 мм в длину и 7 мм в ширину (средняя величина). Тип плода – вислоплодник, двусемянка развивается из двугнездной завязи и, достигнув зрелости, распадается продольно на две половинки, которые висят на расщепленном стерженьке, так называемом – карпофоре, продолжающемся в плодоножку.

Период цветения – май – июнь. Плоды *Prangos odontalgica* созревают в июле.

В качестве объекта исследования использовали плоды *Prangos odontalgica*, собранные в июле 2018 года в Наримановском районе Астраханской области в окрестностях с. Рассвет (46°56'16.53" с.ш. и 47°87'40.64 в.д.) [82].



Кахрис противозубной

Идентификация вида осуществлена профессором Пилипенко В.Н. Гербарные образцы *Prangos odontalgica* (Pall.) Herrnst. et. Neyn хранятся на кафедре ботаники, биологии экосистем и земельных ресурсов Астраханского государственного университета.

Сухое сырье получали согласно правилам сбора и сушки лекарственных растений. Плоды отделяли вручную сразу после сбора сырья и во избежание разрушения биологически активных веществ, а также для удаления излишней влаги высушивали наиболее распространенным методом – воздушной сушкой, основанной на свободном доступе воздуха к растительному материалу, разложенному в затемненном месте в течение десяти дней. Влажность высушенных плодов определяли по ОФС.1.5.3.0007.15 [83]. Измельчение плодов осуществляли с помощью лабораторного блендера НМ 100 непосредственно перед выделением эфирного масла, степень измельчения (0,2-0,5 мм) определялась на основе ситового анализа.

Выход эфирного масла *Prangos odontalgica* (Pall.) Herrnst. et. Neyn в результате трехкратного определения в массово-объемных % в пересчете на абсолютно сухое сырье составил $0,07 \pm 0,01\%$. Эфирное масло, выделенное из плодов *Prangos odontalgica*, представляет собой ароматное, вязкое масло темно-желтого цвета, n_D^{20} 1,498.

В эфирном масле *Prangos odontalgica* идентифицировано 38 веществ (88,4%). В нем содержатся сесквитерпены (31,48%), терпеноиды (19,2%), углеводороды (15,39%), карбоновые кислоты и их эфиры (10,86%), спирты, фенолы (8,84%). Среди сесквитерпенов преобладающими компонентами являются γ -элемен (9,84%), бисаболол (9,41%), а среди терпеноидов - *транс*-неролидол (3,90%) и линалилизобутират (3,41%).

Более подробный состав представлен в таблице 9 [82].

Таблица 9

Количественный состав эфирного масла кахриса противозубного
***Prangos odontalgica* (Pall.) Herrnst. et. Heyn**

Название компонента	Индекс удерживания RI	Содержание, в % от цельного масла
4,4-Диметилбут-2-енолид	911	0,16
<i>n</i> -Гексановая кислота	959	0,93
<i>n</i> -Ментан-4-ол	980	2,34
<i>m</i> -Крезол	1051	8,23
<i>n</i> -Гептановая кислота	1058	0,22
2-Этилгексановая кислота	1110	0,36
Фелландраль	1128	0,34
Умбеллулон	1148	0,29
<i>n</i> -Цимен-8-ол	1160	2,85
Миртеналь	1171	0,3
Вербенон	1181	0,43
Мол. масса=135*	1189	1,44
4-гидрокси-3-метилацетофенон	1246	0,58
<i>n</i> -Нонановая кислота	1258	1,52
<i>n</i> -Цимен-7-ол	1264	1,57
<i>n</i> -Декановая кислота	1355	1,39
β -Боурбонен	1383	1,05
β -Элемен	1388	2,75
9-Додецин-1-ол	1853	0,61
Аромадендрен	1417	0,38
α -Гуайен	1436	0,41
Линалилизобутират	1459	3,41
β -Эвдесмен	1462	1,72
α -Селинен	1490	3,43
<i>транс</i> -Неролидол	1523	3,9
β -Гуайен	1529	2,49
Мол. масса =204*	1538	2,59
γ -Элемен	1551	9,84
Мол. масса =220*	1641	5,76
Бисаболол	1670	9,41
Мол. масса =220*	1697	1,94
<i>n</i> -Октадекан	1800	0,74
Изопропилмиристат	1839	1,24
Гексагидрофарнезил ацетон	1853	3,77
Мол. масса = 167*	1896	1,76
<i>n</i> -Нонадекан	1900	0,9
Дибутилфталат	1912	1,31
<i>n</i> -Гексадекановая кислота	1924	3,89
<i>n</i> -Эйкозан	2000	1,86
<i>n</i> -Генэйкозан	2100	2,2
<i>n</i> -Докозан	2200	3,35
<i>n</i> -Трикозан	2300	2,89

<i>n</i> -Тетракозан	2400	3,45
Углеводороды		15,39
Спирты, фенолы		8,84
Кетоны, лактоны		0,74
Терпеноиды		19,2
Сесквитерпены		31,48
Кислоты и сложные эфиры кислот		10,86
Всего		86,51

* неидентифицированные соединения

Как следует из приведенных данных, основными компонентами эфирного масла плодов *Prangos odONTALGICA* являются γ -элемен (9,84%), бисаболол (9,41%), *m*-крезол (8,23%), *транс*-неролидол (3,9%), а также карбоновые кислоты и их сложные эфиры (10,86%) и углеводороды (15,39%).

Отметим, что содержащийся в эфирном масле *Prangos odONTALGICA* 4-гидрокси-3-метилацетофенон был также идентифицирован в эфирном масле, выделенным из *Ferula orientalis* L. [84]. В то же время в отличие от эфирных масел, полученных из плодов других видов *Prangos*, в эфирном масле *Prangos odONTALGICA* отсутствуют α -пинен, α -кадиол, сабинен, гермакрин В [71].

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить особенности компонентного состава эфирного масла, полученного из плодов *Prangos odONTALGICA*, произрастающего в Астраханской области. Были определены доминирующие компоненты эфирного масла: сесквитерпены и терпеноиды, обладающие широким спектром биологической активности. Специфический состав эфирного масла данного растения, вероятно, связан как с его видовой принадлежностью, так и особенностями почвенно-климатических условий. Исследование в этом направлении является актуальным, поскольку данное растение широко применяется в народной медицине. В дальнейшем представляется целесообразным изучение выхода и компонентного состава эфирного масла, выделенного из других частей

Prangos odontalgica (Pall.) Herrnst. et. Heyn в разные фазы вегетации. Эфирное масло *Prangos odontalgica* перспективно для дальнейшего изучения в целях расширения ассортимента лекарственных средств растительного происхождения.

Цмин песчаный и цмин ногайский

Проведено сравнительное изучение качественного и количественного состава эфирных масел, выделенных из соцветий *Helichrisum arenarium* и *Helichrisum nogaicum*, произрастающих в Астраханской области.

Растения рода *Helichrysum* семейства *Asteraceae* широко распространены в средних широтах нашей страны и за рубежом. Довольно много публикаций посвящено изучению таких видов этого рода, как *Helichrysum arenarium*, *Helichrysum italicum*, *Helichrysum stoechas*, произрастающих в Испании, Италии, Турции, Ливии, Иране, Литве [85-90].

Изучение химического состава эфирного масла *H. lactem*, произрастающего в Алжире, показало, что основными компонентами его являются гексадекановая кислота (12,62%), Е-кариофиллен (10,58%), (5Z,9E)-фарнезилацетон (8,25%), α -пинен (7,99%), α -гумулен (5,88%) и *n*-нонаналь (5,30%) [91].

Эфирное масло, выделенное из двух подвидов *H. plicatum*, произрастающих в Турции, содержит значительные количества жирных кислот и их эфиров (24,9–70,8%), монотерпенов (15,0–93,1%), а также сесквитерпенов (1,1–12,5%) [92].

В эфирном масле другого широко распространенного в Турции вида *H. chasmolysicum* идентифицировано 57 соединений, среди которых основными оказались β -кариофиллен (21,6%), β -селинен (8,9%), α -селинен (8,4%), кариофиллен оксид (7,3%) и карвакрол (2,4%) [93].

Исследован химический состав эфирных масел *H. hyponoides* и *H. bracteiferum*, произрастающих на Мадагаскаре и показано, что основным компонентом масел является 1,8-цинеол (51,5% и 24,8% соответственно) [94].

Эфирные масла, выделенные из семи видов цмина (*H. cymosum*, *H. odoratissimum*, *H. petiolare*, *H. fontanesii*, *H. saxatile*, *H. sanguineum* и *H. tenax*), произрастающих в Италии, характеризуются повышенным содержанием сесквитерпеновых углеводородов (51,3–92,0%), причем наибольших выход масла был получен из *H. cymosum* и *H. odoratissimum* [95].

Изучение химического состава эфирных масел четырех видов *Helichrysum*, произрастающих в Греции, показало, что основными компонентами масла *H. orientale* являются линейные углеводороды, включая нонакозан (11,1%), а также кариофиллен эпоксид (4,4%), а в масле выделенным из *H. heldreichii* преобладает Е-кариофиллен (38,5%). Отличительной особенностью эфирного масла *H. italicum* ssp *microphyllum* является наличие β-селинена (17,2%), γ-куркумена (13,7%), а эфирного масла *H. doerfleri* – присутствие смеси четырех изомеров эвдесмола (31,4%) [96].

В нашей стране наиболее распространен цмин песчаный (*Helichrysum arenarium*), который применяется в качестве лекарственного сырья. Запасы, распространение и биология *Helichrysum arenarium* в Астраханском регионе изучены и описаны в литературе [97]. Однако публикаций о цмине ногойском (*Helichrysum nogaicum*), встречающимся на границе Астраханской области и Калмыкии, немного [98].

Морфологически *Helichrysum nogaicum* имеет некоторые отличия от *Helichrysum arenarium*. К этим отличиям можно отнести окраску корзинок от розового до ярко-красного цвета, более выраженное опушение листьев и цветоносных побегов, меньший диаметр щитковидных соцветий, в которые собраны корзинки, обертки корзинок прозрачные, белые или розоватые и более мелкие. Цмин ногойский – это многолетнее растение 20-40 см

высотой, без ползучих побегов, все серовато-войлочное, со слабо развитыми покоящимися почками. Активное цветение цмина ногайского в мае-июне.



Цмин песчаный



Цмин ногайский

В качестве объекта исследования использовали собранные в фазу бутонизации и цветения соцветия *Helichrisum arenarium* и *Helichrisum nogaii*.

сит. Сбор сырья производился в Приволжском районе Астраханской области в окрестностях с. Волжское (46°39'18.24" с.ш. и 47°50'53.20 в.д.) в фазу цветения растений [99].

Выход эфирного масла цмина песчаного (n_D^{20} 1,3450) и масла цмина ногайского (n_D^{20} 1,3510) в пересчете на воздушно сухое сырье составил порядка 0.05%. В эфирном масле *Helichrisum arenarium* идентифицировано 21 вещество. Основными компонентами являются монотерпеноидный кетон - камфора (14,59%), карбоновые кислоты (37,02%) и моноциклический терпен – цинеол-1,8 (5,97%).

Более подробный состав представлен в таблице 10.

Таблица 10

Количественный состав эфирного масла <i>Helichrisum arenarium</i>		
Название компонента	Индекс удерживания RI	Содержание, % от цельного масла
α -Пинен	925	0,63
Гексановая кислота	963	13,68
(Z)-гекс-2-ен-1-ол	991	1,31
Фенилуксусный альдегид	1001	1,00
Цинеол-1,8	1030	5,97
Бензиловый спирт	1033	2,97
Мол. масса =108*	1049	1,86
Гептановая кислота	1060	1,65
Фенилэтиловый спирт	1083	2,42
Дигидролиналоол	1095	0,76
α -Этилкапроновая кислота	1111	1,22
Камфора	1120	14,59
Борнеол	1149	2,46
Октановая кислота	1162	13,62
α -Терпинеол	1173	2,14
Вербенон	1183	2,37
Мол. масса =199*	1224	17,25
Нонановая кислота	1258	4,13
Эвгенол ацетат	1330	1,04
Декановая кислота	1356	4,84
Ундекановая кислота	1549	0,75
Мол. масса =222*	1554	1,24
β -Эвдесмол	1636	1,56
α -Бисаболл оксид В	1724	0,53

* неидентифицированные соединения.

В эфирном масле *Helichrisum pogaicum* идентифицировано 21 вещество. Основными компонентами масла камфора (38,33%), борнеол (14,21%), цинеол-1,8 (11,37%) и 4-терпенеол (5,18%) (табл. 11). В эфирном масле *Helichrisum pogaicum* меньше содержание карбоновых кислот (6,58%).

Таблица 11

Количественный состав эфирного масла *Helichrisum pogaicum*

Название компонента	Индекс удерживания RI	Содержание, % от цельного масла
Гексановая кислота	963	2,25
Цинеол-1,8	1031	11,37
Гидрат цис-сабинена	1048	0,47
Линалоол	1081	0,59
Нонаналь	1087	0,70
β-Фенхол	1099	0,49
4,6-Октадиенол	1107	1,27
Камфора	1120	38,33
L-Пинокарвеол	1123	0,68
Борнеол	1149	14,21
Октановая кислота	1162	2,10
Терпен-4-ол	1165	5,18
α-Терпинеол	1173	4,77
Нонановая кислота	1258	0,81
Декановая кислота	1356	0,99
α-Фарнезен	1417	0,46
Ледол	1534	0,60
Кариофилен оксид	1594	1,63
Элемол	1636	4,05
Мол. масса = 234*	1742	7,55
Тетрагидрогеранилацетон	1853	0,63
Мол. масса = 222*	1911	0,50
Гексадекановая кислота	1923	0,43

* неидентифицированные соединения

В эфирном масле цмина ногайского присутствуют монотерпены (цинеол-1,8, гидрат цис-сабинена), терпеновые спирты (линалоол, β-фенхол, борнеол, терпен-4-ол, L-пинокарвеол), бициклические монотерпеноиды (фарнезен, тетрагидрогеранилацетон), сесквитерпеновые спирты (ледол, элемол), а также оксигенированный сесквитерпен (кариофилен оксид).

Общими компонентами для цмина песчаного и цмина ногойского являются камфора, цинеол-1,8, борнеол.

Таким образом, проведенные исследования [99] позволили выявить качественный и количественный химический состав эфирного масла *Helichrisum arenarium* и *Helichrisum nogaicum*, произрастающих в Астраханской области. Установлено, что компонентный состав и содержание отдельных веществ существенно зависят от видовой принадлежности изучаемых растений. Цмин песчаный и, в особенности цмин ногойский, могут служить сырьем для получения эфирного масла, основными компонентами которого является камфора, борнеол и цинеол-1,8.

Иссоп лекарственный

В последние годы существенно возрос интерес к эфирно-масличным растениям семейства Яснотковые, к которому принадлежит иссоп лекарственный. Это растение, вероятно, происходит из юго-западной Азии и южной Европы. Это полукустарниковое растение культивируется в восточной и центральной Европе, во Франции, Италии, на Балканах, в Крыму и Азии [100,101].

Эфирное масло является основным физиологически активным компонентом *Hyssopus officinalis*. В листьях содержание масла составляет 0,3-1,5%, в соцветиях – 0,9-2,0%, а в побегах присутствуют лишь следовые количества. Сырьем для получения эфирного масла, которое используется в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности, служит наземная часть растения (листья, соцветия и не одревесневшие побеги). Выходы эфирного масла, полученного методом паровой дистилляции из высушенного или свежего растительного сырья, составляют 0,15-0,3% и

0,3-0,8% соответственно. В значительных объемах это масло получают во Франции, Италии и в странах бывшей Югославии.

Масло иссопа лекарственного представляет собой жидкость светло-зеленого или светло-желтого цвета с характерным камфорным запахом.

Оно обладает антибактериальным, противовирусным, противогрибковым и отхаркивающим действием [102-104]. Недавно проведенными исследованиями установлено, что эфирное масло, содержащееся в иссопе, проявляет антитромбоцитарную активность [105]. Выявлено также спазмолитическое действие эфирного масла иссопа лекарственного [106].

Выход и химический состав эфирного масла *Hyssopus officinalis* зависит от многих внешних факторов (климатические условия, тип почвы, происхождение растения, время заготовки сырья и др.) [107,108].

Согласно литературным данным основными компонентами эфирного масла *Hyssopus officinalis* являются изомерные пинокамфоны, β -пинен, пинокарвон, лимонен, линалоол, β -кариофиллен, гермакрен D, туйоны, миртенол [109-111].

Хемотип иссопа, произрастающего в Турции, отличается от хемотипа иссопа, культивируемого в Польше, тем, что доминирующим компонентом эфирного масла является пинокарвон [112,113]. Эфирное масло иссопа лекарственного из Испании характеризуется повышенным содержанием 1,8-цинеола (52,89 %) [114]. Иссоп лекарственный, культивируемый во Франции, отличается доминированием в эфирном масле линалоола (49,6%). Особенностью этого масла является также низкое содержание монотерпеновых кетонов [115].

Изучение химического состава эфирного масла (выход 0,34%), полученного из листьев иссопа, собранного вблизи Хандиза (бывшая Узбекская ССР) методом газовой хроматографии – хромато-масс-спектрометрии показало, что основными компонентами являются пинокамфон (71%), β -

пинен (8,6%) и 1,8-цинеол (6,4%), а лимонен и изопинакомфон отсутствовали [116].

Химический состав эфирного масла иссопа лекарственного, культивируемого в Астраханской области, ранее не изучался. Необходимость подробного изучения компонентного состава эфирного масла обусловлена тем, что в состав эфирных масел могут входить токсичные соединения, например, метилэвгенол, который согласно литературным данным [117] обладает канцерогенной активностью, а также нетерпеновые кетоны, обладающие значительным эпилептогенным действием [118].

Нами проведено исследование химического состава образцов эфирного масла *Hyssopus officinalis* в зависимости от типа наземной части и срока вегетации, количественное определение его основных компонентов.

Сырье *Hyssopus officinalis* (наземная часть) предоставлено Всероссийским научно-исследовательским институтом орошаемого бахчеводства (аптекарский огород, г. Камызяк, Россия) [119].



Иссоп лекарственный

Изучение зависимости выхода эфирного масла в зависимости от сроков вегетации и вида наземной части *Hyssopus officinalis* показало, что наибольший выход наблюдается из соцветий (табл.12).

Таблица 12

Выход эфирного масла в различных наземных вегетативных частях и в разные сроки вегетации иссопа лекарственного

Наземная вегетативная часть иссопа лекарственного	Сроки вегетации	Выход эфирного масла, %*
листья	май-начало июня	<u>0,3</u> 0,2
стебли	май-начало июня	<u>0,1</u> 0,1
листья	середина июня - начало июля (фаза цветения)	<u>0,4</u> 0,3
стебли	фаза цветения	<u>0,2</u> 0,1
соцветия		<u>0,8</u> 0,6

*в числителе и знаменателе указан выход эфирного масла соответственно из свежего и высушенного растительного материала.

В табл. 13 приведены идентифицированные соединения в эфирном масле иссопа лекарственного (наземная часть в фазе цветения), а также их количественное содержание.

Таблица 13

Количественный состав эфирного масла иссопа лекарственного

Название компонента	Индекс удерживания RI	Содержание, в % от цельного масла
Сабинен	951	0,19
β-Пинен	954	1,58
Мол. масса =112*	959	0,22
Эвкалиптол	1002	0,34
Дигидрокарвеол	1081	0,60
Нопинон	1105	0,48
транс-Пинакарвеол	1118	1,41
Вербенон	1124	0,22
Мол. масса =152*	1131	2,52
Изопинокамфон	1143	63,55
Миртеналь	1161	1,58
α-Терпинеол	1166	0,21
Миртенол	1171	1,39

<i>транс</i> -2-Пиналол	1181	0,72
Пинандиол	1212	9,45
Миртаналь	1292	0,86
α -Боурбонен	1372	0,99
β -Кариофиллен	1404	0,37
Аромадендрен	1443	0,21
Лимонен-6-ол пивалат	1452	0,61
α -Кариофиллен	1457	0,32
Гермакрен D	1462	0,95
γ -Элемен	1477	0,18
Мол. масса =220*	1487	4,64
ϵ -Мууролен	1494	0,19
Элеменол	1524	0,71
Спатуленол	1549	1,08
Кариофиллен оксид	1553	1,42
Мол. масса =182*	1577	2,31
τ -Кадинол	1614	0,18
Кубенол	1636	0,33
Мол. масса =268*	1818	0,18

*неидентифицированное соединение.

Ниже в табл. 14 приведено содержание терпенов, терпеноидов, сесквитерпенов и сесквитерпеноидов в эфирном масле иссопа лекарственного.

Таблица 14

Содержание основных компонентов эфирного масла

№ п/п	Компоненты эфирного масла	Содержание, %
1	Монотерпеновые углеводороды (β -пинен, сабинен)	1,77
2	Сесквитерпеновые углеводороды (β -кариофиллен, гермакрен D, аромадендрен, α -боурбонен, ϵ -мууролен, γ -элемен, α -кариофиллен)	3,21
3	Оксигенированные монотерпены (изопинокамфон, nopинон, α -терпинеол, <i>транс</i> -пинокарвеол, мертаналь, пинандиол, мертенон, лимонен-6-ол пивалат, <i>транс</i> -2-пиналол, вербенон, дигидрокарвеол, эквалиптол, миртеналь)	81,42
4	Оксигенированные сесквитерпены (кубенон, τ -кадинол, кариофиллен оксид, спатуленон, элемон)	3,72
5	Неидентифицированные соединения	9,87
Итого		100

Как следует из приведенных данных, основными компонентами эфирного масла иссопа лекарственного являются оксигенированные монотерпены: изопинокамфон (63,55%) и пинандиол (9,45%).

Сравнительный анализ полученных экспериментальных результатов и литературных данных по компонентному составу эфирных масел иссопа, произрастающего в других странах (Сербии, Польше) [101,112], показывает существенное отличие в химическом составе эфирного масла иссопа лекарственного, культивируемого в Астраханской области. Так, содержание β -пинена в эфирном масле существенно меньше (1,58 %), чем в эфирном масле иссопа, выращиваемого в Польше (6,14 %) или в Индии (18,4%).

Таким образом, проведенные исследования [119] позволили выявить качественный и количественный химический состав эфирного масла растения *Hyssopus officinalis* L., культивируемого в Астраханской области. Иссоп лекарственный может служить сырьем для получения эфирного масла, основными компонентами которого является изопинокамфон и пинандиол.

Донник лекарственный и донник белый

Осуществлено сравнительное изучение химического состава образцов эфирного масла *M. officinalis* и *M. albus* в фазу цветения, количественное определение их основных компонентов.

Род Донник (*Melilotus* Mill.) включает около 20 видов, распространенных в умеренно теплых и субтропических областях Евразии и Африки. Некоторые представители рода являются ценными кормовыми и медоносными растениями (Бобров, 1987) [120].

В Астраханской области произрастают 5 видов донника: Донник белый (*Melilotus albus* Medik.), донник зубчатый (*M. dentatus* (Waldst. & Kit.) Pers.), донник лекарственный (*M. officinalis* (L.) Pall.), донник польский (*M. polonicus* (L.) Pall.) и донник волжский (*M. wolgicus* Poir.) (Лактионов, 2009) [121].

Для исследования нами выбраны *Melilotus officinalis* (L.) Pall. (желтые цветки) и *Melilotus albus* Medik. (белые цветы).



Донник лекарственный (слева) и донник белый (справа)

Melilotus officinalis (L.) Pall. и *Melilotus albus* Medik. встречаются по всей Западной Палеарктики и являются заносными или интродуцированными во многие внетропические страны.

Авторами статьи [122] изучен компонентный состав эфирного масла, полученного методом гидродистилляции из воздушно-сухой и свежей надземной части лекарственного растения *Melilotus officinalis* (L.) Pall (донник лекарственный), произрастающего на территории Наманганской области Республики Узбекистан. Методом ГХМС в составе эфирных масел идентифицировано 49 и 22 соединений соответственно в воздушно-сухом и свежем растительном сырье. Установлено, что главными компонентом эфирного масла в обоих случаях является кумарин, содержание которого составляет 83,2 и 87,9% соответственно. Кроме того, в эфирном масле из воздушно-сухого растения обнаружены также актинидин (2,0%), мальтол (1,1%), лимонен, γ -терпинен, 1,8-цинеол, терпинен-4-ол, α -терпинеол, *D*-карвон, кариофиллен, оксида кариофиллена, β -дамасценон, фитол, бензиловый и фенилэтиловый спирты, ванилин, 4-винилгваякол и другие соединения. В составе эфирного масла из свежего растения наряду с кумарином обнаружены дигидрокумарин, бензиловый и фенилэтиловый спирты, фур-

фураль, карвон, терпинен-4-ол, карбоновые кислоты, альдегиды и кетоны, монотерпены и окисленные монотерпены. Показано, что компонентный состав эфирного масла донника, произрастающего в Узбекистане, значительно отличается от состава эфирного масла донника лекарственного, произрастающего в других регионах. Выявлена антимикробная активность эфирного масла в отношении *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus sub-tilis*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Pichia anomala*.

Изучение химического состава эфирного масла, полученное из высушенной надземной части травы донника лекарственного (L.) Pall, произрастающего на Украине (Борисполь) показало, что главными компонентами являлись гексагидрофарнезилацетон (16,64%), эвдесмол (11,49%) и глобулол (8,65%) [123].

Основными компонентами эфирного масла донника лекарственного, произрастающего в окрестностях Красноярска, являются 4-эпи-акоренон (19,55%), бензиловый спирт (17,63%), ди-*n*-бутилфталат (11,38%) и хамазулен (8,51%) [124].

В эфирном масле, полученного гидродистилляцией наземной части донника белого, произрастающего в окрестностях Красноярска, идентифицировано 30 основных компонентов. Отмечено высокое содержание 2-этилгексилового эфира гексадекановой кислоты (32,6%), бензинового спирта (11,1%) и хамазулена (7,4%) [125].

Методами ГХМС изучен химический состав эфирного масла из листьев донника лекарственного (L.) Pallas, выращиваемого в Колумбии. Было идентифицировано 35 летучих соединений, наиболее заметными из которых были кумарин (35,3%) и (Z)-3-гексен-1-ол (25,9%) [126].

Авторами работы [127] исследована противогрибковая активность *in vitro* метанольных экстрактов *Melilotus indicus*, *Melilotus alba* в отношении почвенных фитопатогенов *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia oryzae*, *Fusarium fujikuroi*, *Fusarium oxysporum*, *Pythium ultimum* и *Pyricularia oryzae*. Мини-

мальные ингибирующие концентрации находились в диапазоне от 0,781 до 25 мг/мл, тогда как значения минимальной фунгицидной концентрации находились в диапазоне от 3,125 до 25 мг/мл. Установлено, что экстракты *M. parviflora* показали самую высокую ингибирующую активность (119,5%) в отношении *P. ultimum*, в то время как экстракт *M. indicus* показал наименьшую ингибирующую активность (97%) в отношении *F. oxysporum*.

Melilotus officinalis L. Pall. традиционно используется для лечения гипертонии и хронической венозной недостаточности. Исследователями из Пакистана изучено гипотензивное действие бутанольной фракции донника лекарственного на анестезированных нормотензивных крысах в дозах 60, 80 и 100 мг/кг внутривенно. При этом выявлено значительное ($P < 0,05$) снижение артериального давления [128].

Рядом исследований показано, что вещества, содержащиеся в экстрактах наземной части *Melilotus officinalis* L. Pall., обладают антиоксидантным, противовоспалительным и противоопухолевым действием [129-133].

Melilotus officinalis содержит кумарины, мелилотин, фенольные кислоты, флавоноиды, стероиды, сапонины, летучие масла, жиры, тритерпены, углеводы, сахара, антрахиноновые гликозиды, слизь, дубильные вещества, бис-гидроксикумарин, холин, спирты, мочевую кислоту и многие соединения. Донник лекарственный обладает противомикробным, антиоксидантным, противоопухолевым, противовоспалительным, нейролептическим, защитным, седативным, анксиолитическим, расслабляющим гладкую мускулатуру, гипотензивным и многими другими фармакологическими эффектами [133].

Сырье *Melilotus officinalis* (L.) Pall собирали на суходольном лугу в Икрянинском районе (46°10'54.8"N 47°50'01.4"E), *Melilotus albus* Medik. –

на межбугровом понижении в Наримановском районе (46°24'40.2"N 47°57'09.9"E) Астраханской области.

Выходы эфирного масла в перечете на вес воздушно сухого сырья *Melilotus officinalis* и *Melilotus albus* составили 0,9 и 0,8% соответственно.

В табл. 15 приведены идентифицированные в эфирном масле донника лекарственного и донника белого соединения, а также их количественное содержание.

Таблица 15

Количественный состав эфирного масла донника лекарственного и донника белого

Название компонента	Индекс удерживания RI	Содержание, в % от цельного масла	
		<i>Melilotus officinalis</i>	<i>Melilotus albus</i>
1-Бутанол	652	<0,1	-
Фурфураль	829	0,39	0,13
Фурфуриловый спирт	850	0,1	<0,1
2-(Е)-Гексаналь	852	0,29	-
Бензальдегид	958	0,12	0,12
Гексановая кислота	995	0,37	-
Фенилацетальдегид	1023	0,42	-
Бензиловый спирт	1032	0,13	0,27
Салициловый альдегид	1043	0,2	0,12
Фенилэтиловый спирт	1112	3,19	0,32
Мальтол	1129	-	0,19
Изоборнеол	1156	-	0,13
Терпинен-4-ол	1177	0,57	-
α-Терпинеол	1186	0,20	-
Метилсалицилат	1192	-	0,10
Кумаран	1201	-	0,50
Вербенон	1210	-	0,73
3,5-Дигидроксиацетофенон	1215	-	0,11
n-Анисовый альдегид	1255	-	0,15
Борнилацетат	1287	-	0,22
Нонановая кислота	1300	0,26	
4-Винилгваякол	1312	0,12	0,57
Дигидрокумарин	1360	1,29	0,1
β-(Е)-Дамасценон	1385	0,15	0,12
Ванилин	1394	0,11	0,26
Декановая кислота	1400	0,30	-
Кариофиллен	1422	2,15	0,73
Карвон гидрат	1426	-	1,49

Кумарин	1435	86,37	80,02
Апоцинин	1447	-	<0,1
Гумулен	1456	-	1,10
Муурола-4,11-диен	1462	-	0,31
4-Гидроксиацетофенон	1472	0,10	-
Гермакрен Д	1484	-	0,20
δ-Кадинен	1527	-	0,22
Дигидроактинолид	1536	0,18	0,44
α-Кадинен	1541	-	0,40
Спатуленол	1580	-	0,19
Оксид кариофиллена	1586	0,35	-
Ди-2-этилгексиловый эфир пальмитиновой кислоты	1755	-	10,5
Гексадеканаль	1817	-	0,16
Актинидин	1832	1,39	-
Гексагидрофарнезилацетон	1846	0,29	-
Гексадекановая кислота	1965	0,65	-
Фитол	2113	0,30	-
Альдегиды		1,53	0,94
Спирты		4,57	0,98
Карбоновые кислоты		1,58	-
Сложные эфиры		-	10,82
Другие соединения		92,31	87,24
Всего		99,99%	99,98

Установлено, что основным компонентом эфирного масла *M. officinalis* и *M. albus*, дикорастущих в Астраханской области, является кумарин, содержание которого составляет 86,37 и 80,02% соответственно. В эфирном масле *M. albus* мажорными компонентами являются также ди-2-этилгексиловый эфир пальмитиновой кислоты (10,5%), карвон гидрат (1,49%) и гумулен (1,10%). Другими основными компонентами эфирного масла *M. officinalis* помимо кумарина являются фенилэтиловый спирт (3,19%), кариофиллен (2,15%), актинидин (1,39%) и дигидрокумарин (1,29%).

Ране авторами статьи [134] проведен сравнительный анализ компонентных составов эфирных масел донника белого и донника желтого, произрастающих в окрестностях Красноярска. Идентифицировано 30 компонентов эфирного масла *M. albus* и 18 компонентов масла *M. officinalis* L.

Сравнительный анализ показал, что основным компонентом эфирного масла *M. albus* является ди-2-этилгексиловый эфир пальмитиновой кислоты (32,6%), а эфирного масла *M. officinalis* – 4-эпи-акоренон (19,6%).

Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии найдено содержание кумарина в различных вегетативных органах донника лекарственного, произрастающего в пяти различных районах республики Татарстан. Показано, что наибольшая концентрация кумарина в *Melilotus officinalis* L. содержится в цветках независимо от места произрастания. Повышенное содержание кумарина в доннике лекарственном, произрастающем в Верхнеуслонском районе авторы объяснили высоким уровнем инсоляции [135].

В последние годы за рубежом опубликовано много работ, доказывающих эффективность кумарина и его производных при лечении диабетических осложнений, таких как нефропатия и сердечно-сосудистые заболевания. Авторами статьи [136] предложен антидиабетический механизм действия кумаринов. Сообщалось также о противоопухолевом действии кумаринов и их производных [137].

Как следует из приведенных данных, химический состав эфирного масла донника лекарственного и донника белого, произрастающих в Астраханской области, характеризуется наличием кумарина в отличие от аналогичных видов донника, произрастающих в Сибирском регионе. В то же время хемотипы донника лекарственного, дикорастущих в Астраханской области и в республике Узбекистан, мало отличаются друг от друга, что, возможно, обусловлено высокой инсоляцией в этих регионах.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить качественный и количественный химический состав образцов эфирного масла растений *M. officinalis* L. и *M. albus*, дикорастущих в Астраханской области. Состав эфирных масел растений, вероятно, связан как с их видовой принадлежностью, так и особенностями почвенно-климатических условий

произрастания, в частности, с высокой инсоляцией. Возможно, кумарин можно было бы использовать в качестве химического маркера [138] в хе-мосистематике растений рода *Melilotus*, произрастающих в регионах с высокой инсоляцией.

Лофант анисовый

В последние годы в России существенно возрос интерес к лофанту анисовому *Lophantus anisatum Benth.*, улучшенному украинскими селекционерами [139], который все больше стали выращивать садоводы на приусадебных участках, а также широко используют пчеловоды, поскольку это растение является прекрасным медоносом [140].



Лофант анисовый

Лофант анисовый относится к семейству многоколосников и представляет собой многолетнее, зимостойкое растение, полутравянистый кустарник высотой до метра, стебли четырехгранные, листья черешковые

овальные с редко зазубренными краями, длиной 7-10 см и шириной 4-5 см. Корень мочковатый. Цветы обоеполые с длинным устьищем. Соцветия колосовидные, белого, фиолетового иногда другого цвета, длиной до 20 см и более с анисовым запахом. Вегетативный период продолжается до устойчивых заморозков. В первый год посева семена созревают в конце сентября, а в последующие годы на 2-3 недели раньше.

В народной медицине *Lophanthus anisatum Benth.* применяют как противовоспалительное и бактерицидное средство.

Считается, что *Lophanthus anisatum Benth.* повышает сопротивляемость организма и способствует адаптации при неблагоприятных условиях окружающей среды, оказывает успокаивающее действие на центральную нервную систему.

Водные экстракты из листьев этого растения используют при воспалительных процессах в желудочно-кишечном тракте, болезнях печени и мочевыводящих путей, при лечении острых респираторных заболеваний, бронхитов, пневмонии и бронхиальной астмы, выводят радионуклеиды, понижают содержание холестерина в крови. Гель из листьев лопанта анисового хорошо излечивает кожные заболевания, вызванные грибами.

С этой точки зрения важно, какие вещества, в том числе и биологически активные соединения, содержатся в данном растении.

Получены методом паровой дистилляции образцы эфирных масел растений рода *Agastache* L., интродуцированных в Республике Беларусь [141]. С помощью газожидкостной хроматографии в эфирных маслах растений *Agastache pallidiflora* ssp. *neomexicana* L., *Agastache aurantiaca* L., *Agastache mexicana* L., *Agastache foeniculum* L. идентифицировано и определено более 20 компонентов. Основными компонентами являются лимонен, 1,8-цинеол, ментон, изоментон, метилхавикол, метилэвгенол. Показано также, что количественный состав образцов эфирных масел зависит от вида растительного сырья. Главным компонентом эфирных масел

Agastache pallidiflora ssp. *neomexicana* L. и *Agastache aurantiaca* L. является ментон (40-65 %). Эфирное масло *Agastache foeniculum* L. обогащено пулегоном и изоментом, а в эфирном масле *Agastache mexicana* L. преобладают метилхавикол и метилэвгенол. Показаны особенности распределения энантиомеров лимонена, ментона и пулегона. Независимо от вида растений исследованные образцы являются оптически чистыми по (+)-пулегону. Распределение энантиомеров лимонена и ментона является индивидуальной характеристикой исследованных эфирных масел *Agastache* L. [141]

Проведено фитохимическое исследование травы лофанта анисового (*Agastache foeniculum* L.) сем. яснотковые (*Lamiaceae*), широко применяемого в восточной медицине при простудных заболеваниях и воспалительных процессах желудочно-кишечного тракта и мочевыделительной системы. Наружно при дерматитах грибкового происхождения, себореи, для укрепления и роста волос. В ходе эксперимента использовались химические методы анализа: алкалиметрия, перманганатометрия, комплексонометрия, а также физико-химические методы, такие как масс-спектрометрия в сочетании с газо-жидкостной хроматографией, дифференциальная УФ спектрофотометрия, ВЭЖХ, планарная хроматография. Установленный комплекс биологически активных соединений, прежде всего эфирного масла, фенольных соединений, свидетельствует о возможности использования травы лофанта анисового в качестве источника сырья для создания лекарственных препаратов, обладающих антиоксидантным, противомикробным, антимикотическим и пилотропным действиями [142].

Авторами [143] в сухом экстракте листьев лофанта анисового идентифицированы галловая кислота, кумарин, умбеллиферон, лютеолин, кверцетин, таксифолин, рутин. Основные из них – лютеолин (47,80%), рутин (2,57%), кверцетин (3,61%). Содержание суммы флавоноидов в пересчете на лютеолин в экстракте составляет 58,45-60,90%, а содержание дубильных веществ 0,85–0,87%.

Осуществлено исследование груминговой активности самок белых крыс при индуцированном ревматоидном артрите и после применения в качестве психомодулятора настоя многоколосника фенхельного (*Agastache foeniculum* L.). Развитие системного аутоиммунного заболевания сопровождалось достоверным снижением всех элементов груминга, включая время груминга. При этом интенсивность груминга, как интегративного показателя комфортного состояния, повышалась по сравнению с нормой. Длительное применение (90 дней) настоя способствовало частичной коррекции поведения груминга у экспериментальных животных, хотя на ранних стадиях эксперимента (до 30 дней) эффект не наблюдался. Исключением был показатель интенсивности, значения которого в течение эксперимента возрастало. Все это позволило автором исследования говорить о положительном психомодулирующем влиянии длительного применения многоколосника фенхельного на груминговую активность самок крыс с моделью ревматоидного артрита [144].

В работе [145] представлены данные по наличию анксиолитических свойств у лофанта анисового, полученные с помощью методики приподнятого крестового лабиринта. Исследовано влияние лофанта анисового на нервную систему крыс.

Авторами исследования [146] показано, что курсовой прием экстракта лофанта анисового (75 мг/кг) в течение десяти дней повышает уровень антиоксидантной защиты эритроцитов и стимулирует костномозговое кроветворение у крыс. При этом существенно снижается содержание карбонильных групп в белках мембран эритроцитов, но не изменяется уровень тиоловых групп в мембранных белках малонового диальдегида и восстановленного глутатиона в эритроцитах. Прием лофанта анисового существенно увеличивает в эритроцитах активность супероксиддисмутазы и каталазы. Потребление экстракта лофанта снижает продолжительность жиз-

ни зрелых форм эритроцитов, но увеличивает поступление в кровоток молодых клеток, стимулируя костномозговое кроветворение у крыс.

Несмотря на широкий диапазон фармакологических свойств растения лофанта анисового, данные по его химическому составу практически отсутствуют.

Нами изучен компонентный состав образцов эфирного масла *Lophanthus anisatum Benth.* в зависимости от типа наземной части и срока вегетации, осуществлено количественное определение его основных компонентов, выделение сухого экстракта из листьев и обнаружение основных групп биологически активных веществ [6].

Сырье *Lophanthus anisatum Benth.* (наземная часть) предоставлено экспериментальным хозяйством Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого бахчеводства (г. Камызяк, Россия), который интродуцировал данное растение в Астраханской области.

Изучение противогрибковой активности эфирного масла проводилось в соответствии со стандартом М27 методом серийного разведения NCCLS [147,148] в плотной и жидкой среде Сабуро [148].

В пробирке к серийно разведенному препарату в димексиде добавляли взвесь микроорганизма и определяли минимальную концентрацию вещества способную задерживать рост тест-культуры. В качестве тест-культур использовали микроорганизмы *Microsporum canis*, *Trichophyton rubrum*, *Candida albicans*.

Пробирки термостатировали при 24 ± 3 °C в течение 7 суток (*Candida albicans*) и 30 суток (*Microsporum canis*, *Trichophyton rubrum*). С целью определения характера действия препарата (фунгистатическое – ФС) или (фунгицидное – ФЦ) производили высевы на чашки Петри с суслом-агаром из всех пробирок. Чашки помещали в термостат при 24 ± 3 °C в течение 7 суток (*Candida albicans*) и 30 суток (*Microsporum canis*, *Trichophyton rubrum*). В качестве препарата сравнения использовали эконазол. Результа-

ты подвергали статистической обработке с использованием t-критерия Стьюдента.

Изучение зависимости выхода эфирного масла в зависимости от сроков вегетации и вида наземной части лофанта анисового показало, что наибольший выход наблюдается из соцветий и листьев растения в фазе цветения (табл.16).

Таблица 16

Выход эфирного масла в различных наземных вегетативных частях и в разные сроки вегетации лофанта анисового

Наземная вегетативная часть лофанта анисового	Сроки вегетации	Выход эфирного масла, %*
листья	май-начало июня	0,45
		0,43
стебли	май-начало июня	0,32
		0,27
листья	середина июня-начало июля (фаза цветения)	0,50
		0,48
стебли	фаза цветения	0,32
		0,30
соцветия		0,55
		0,54
семена	конец июля-начало августа	0,25

*в числителе и знаменателе указан выход эфирного масла соответственно из свежего и высушенного растительного материала.

Образцы эфирного масла, обладающие характерным приятным запахом аниса, подвергали определению цвета, удельного веса при 20 °С и показателю преломления и результаты определения этих показателей представлены в табл. 17.

Таблица 17

Показатель преломления и удельный вес образцов эфирного масла лофанта анисового

Источники эфирного масла	Цвет	d, г/см ³	n _D ²⁰
листья в фазе вегетации	слегка желтоватый	0,9360	1,4700
листья в фазе цветения	слегка-желтоватый	0,9365	1,4780
стебли в фазе вегетации	светло-желтый	0,9370	1,4782
стебли в фазе цветения	светло-желтый	0,9372	1,4782
соцветия	желтовато-зеленый	1,0070	1,5200
семена	желтоватый	0,9532	1,4932

В табл. 18 приведены идентифицированные в эфирном масле лофанта анисового соединения, а также их количественное содержание [6].

Таблица 18

Количественный состав эфирного масла лофанта анисового		
Название компонента	Индекс удерживания RI	Содержание, в % от цельного масла
Амилвинилкарбинол	957	0,32
β -Мирцен	990	0,06
D-Лимонен	1014	8,14
Линалоол	1086	0,07
1-Октенилацетат	1094	0,50
Метилхавикол	1172	62,08
Хавикол	1215	0,12
Мол. масса =162*	1217	1,19
Эвгенол	1330	0,09
β -Элемен	1394	0,59
Метилэвгенол	1453	24,01
Кариофиллен	1403	1,28
Гермакрен-D	1480	0,80
δ -Кадинен	1516	0,15
Гермакрен-D-4-ол	1536	0,12
T-Муурол	1564	0,24
α -Кадинол	1637	0,24

*неидентифицированное соединение.

Как следует из приведенных данных, основными компонентами эфирного масла лофанта анисового являются метилхавикол (62,08%), метилэвгенол (24,01%) и D-лимонен (8,14 %).

Результаты изучения противогрибкового действия эфирного масла лофанта анисового представлены в табл. 19.

Таблица 19

**Фунгистатическая и фунгицидная активность эфирного масла
*Lophantus anisatum Benth.***

Исследуемый образец	Концентрация, мкг/мл*		
	<i>Microsporum canis</i>	<i>Trichophyton rubrum</i>	<i>Candida albicans</i>
эфирное масло лофанта анисового	<u>80</u>	<u>80**</u>	<u>100</u>
	100**	100	200**
эконазол	<u>40</u>	<u>40**</u>	<u>40</u>
	80	80	80

* В числителе – фунгистатическое действие, в знаменателе – фунгицидное действие.

** Различия между повторами достоверны при $p=0,95$.

Полученные экспериментальные данные показывают, что эфирное масло лофанта анисового проявляет фунгистатическое и фунгицидное действие в отношении исследованных тест-культур [6].

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить качественный и количественный химический состав эфирного масла растения *Lophantus anisatum Benth.*, интродуцированного в Астраханской области. Лофант анисовый может служить сырьем для получения эфирных масел, основными компонентами которого является метилхавикол и эвгенилметилэфир. Изучение противогрибковой активности показало, что эфирное масло лофанта анисового проявляет достаточно высокую противогрибковую активность в отношении *Microsporum canis*, *Trichophyton rubrum*, *Candida albicans*.

Робиния псевдоакация

В последние годы в России возрос интерес к лекарственным растениям, из-за наличия в них большого количества биологически активных веществ. Они используются для оздоровления организма человека, в пищевой, парфюмерной промышленности, фармации и ветеринарии [149].

Робиния псевдоакация является эндемичным растением Астраханской области и широко распространена в этом регионе, относится к лекарственным растениям, однако химический состав экстрактивных веществ изучен недостаточно, слабо освещен в литературе и поэтому нуждается в дополнительном исследовании. Известно только, что в листьях обнаружены флавоноиды и их гликозиды робинин, акацетин, акациин, апагенин, роблениг [150, 151]. Имеются данные о содержании в коре молодых побегов танинов, полициклических спиртов фитостерина, стигмастерина, а в различных частях неповрежденных растений пектинов и слизей – продуктов нормального метаболизма [152, 153]. В семенах присутствует комплекс низкомолекулярных биологически активных веществ, в их состав входит метилантранилат, гелиотропин, линалоол, бензиловый спирт и α -терпинеол, причем без указания их количественного содержания [154]. Робиния псевдоакация – техническое, декоративное, лекарственное растение, медонос, относится к семейству бобовых. Деревья могут достигать 30–35 м в высоту, а диаметр ствола – 1 м, листья непарноперистые 18–20 см длиной. Отдельные листочки продолговатояйцевидные, цельнокрайние. Соцветие – многоцветковая поникающая кисть длиной 10–25 см, цветки робинии белые или бледно-розовые, очень пахучие. Плод продолговато-линейный плоский стручок длиной 5–12 см. Цветет робиния в мае-июне, плоды созревают в сентябре-октябре. Растение засухоустойчивое, солевыносливое.

В народной медицине цветки *Robinia pseudoacacia* L. применяют как жаропонижающее и спазмолитическое средство [155]. Водно-спиртовые экстракты из листьев и молодых побегов используют при обострении гастритов и язвенной болезни, а отвар коры молодых ветвей рекомендуют при повышенной кислотности желудочного сока [156]. Однако при использовании робинии необходимо знать о токсических веществах, содержащихся в различных частях растения, особенно

алкалоида робинина, и поэтому обращаться с ней нужно осторожно, строго соблюдая дозировку и рекомендации по приготовлению препаратов. Учитывая тот факт, что содержание отдельных биологически активных веществ в эндемичных растениях определяется природно-климатическими условиями их произрастания, важно знать, какие биологически активные соединения содержатся в робинии псевдоакалии Астраханского региона.

В связи с этим предпринято исследование сезонной динамики накопления экстрактивных веществ в *Robinia pseudoacacia* L. в соцветиях и семенах по фазам вегетации, изучение качественного и количественного химического состава и антимикробной активности образцов экстрактивных веществ из семян робинии псевдоакалии.

Сырье *Robinia pseudoacacia* L. заготовлено в с. Началово Приволжского района Астраханской области: соцветия – с мая по июль, семена – с сентября по декабрь 2011 г., сырье анализировалось в свежем и сухом виде [157].

Выделение экстрактивных веществ из измельченных наземных частей (соцветий, семян) осуществляли методом экстракции из воздушно-сухого сырья массой 2 кг, в качестве растворителя применяли петролейный эфир (40-60 °С, марка х.ч.) при соотношении растворителя к массе сырья 5 : 1, экстракцию проводили трехкратно при нагревании в течение 45 мин. После удаления растворителя под вакуумом (температура 50 °С, остаточное давление 5 мм) остаток обрабатывали этанолом, охлаждали до –10 °С и отфильтровывали, растворитель удаляли под вакуумом. Продолжительность процесса экстракции установлена экспериментально на основании изучения динамики изменения выхода целевого продукта во времени. Попытки выделить биологически активные вещества из этих наземных частей методом пародистилляции к успеху не привели.



Robinia pseudoacacia L.

Изучение антимикробной активности экстрактивных веществ. В основе метода изучения антимикробной активности лежало исследование влияния активных веществ, содержащихся в экстрактах, на дыхательную систему микроорганизмов. Уровень дыхания или его подавления наблюдали по степени потребления глюкозы с индикатором метиленовой синью. Антимикробную активность определяли методом серийных разведений в 0,5 мл питательного бульона [158]. В качестве тест-культур использовали штаммы возбудителей госпитальных инфекций: *Escherichia coli* CP, B-1919 *Bacillus mesentericum*-3, *Pseudomonas aeruginosa* 165, *Staphylococcus aureus* 209, *Proteus vulgaris*, *Klebsiella pneumoniae*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Staphylococcus aureus* MRSA. Исследование состояло из 5 серий экспериментов, чистые бактериальные культуры выращивали на питательной агаровой среде, помещенной в термостат при 37 ± 1 °C. Микробные клетки со среды смывали через 18–20 ч 0,89% раствором хлорида натрия, взвесь готовили по стандарту мутности $1 \cdot 10^9$ кл/мл (10 ед. мутности).

Для получения соответствующего разведения микробной взвеси готовили ряд последовательных семикратных разведений. После опре-

деления «рабочей дозы» тест-культуры титровали экстрактивные вещества путем двухкратных разведений в объеме 0,5 мл мясо-пептонного бульона. Последняя пробирка в контрольном ряду не содержала экстрактивных веществ и служила контролем дигидрогеназной активности клеток тест-культуры. В результате микробная нагрузка в пробирке соответствовала «рабочей дозе» тест-культуры.

Пробирки с экстрактивными веществами и тест-культурой ставили на 24 ч на экспозицию при 37 °С, а затем вносили индикатор метиленовой сини с глюкозой и мясо-пептонным агаром, содержимое пробирок перемешивали и инкубировали в течение часа при температуре 37±1 °С. Результат учитывали по цвету питательной среды, если индикатор обесцветился, то это свидетельствовало об отсутствии подавления, если цвет не менялся, то это свидетельствовало о блокировании дыхательных ферментов клеток тест-культур активными компонентами экстрактов.

В качестве препарата сравнения использовали гентамицина сульфат. Результаты подвергали статистической обработке с использованием t-критерия Стьюдента.

Изучение зависимости выхода экстрактивных веществ от фазы вегетации и вида наземной части робинии псевдоакации показало, что наибольший выход целевого вещества наблюдается из семян, собранных в октябре, поэтому для исследования химического состава и изучения биологической активности были выбраны именно эти вегетативные части изучаемого растения. Попытка осуществить хроматографическое разделение летучих и нелетучих фракций экстрактивных веществ нами не удалась.

Образцы экстрактивных веществ подвергали определению удельного веса при 20 °С и показателю преломления (табл. 20).

Методом хромато-масс-спектрометрии обнаружено, что в состав экстрактивных веществ семян робинии псевдоакации входит более 16

летучих и нелетучих компонентов (табл. 21) [157]. Указанные 16 компонентов идентифицированы нами и определена концентрация каждого. Как следует из данных таблицы 2, основными компонентами экстрактивных веществ являются гелиотропин (42,18%), метилантранилат (26,05%) и бензил салицилат (18,61%), их содержание превышает 10% от цельного вещества. Три компонента присутствуют в концентрациях более 1% и 10 компонентов в концентрации менее 1%.

Результаты исследования противомикробной активности экстрактивных веществ приведены в таблицах 22 и 23. Из приведенных данных следует, что экстрактивные вещества робинии псевдоакаки проявляют заметную антимикробную активность к широкому ряду как грамотрицательных, так и грамположительных микроорганизмов.

Таблица 20

Выход, удельный вес и показатель преломления образцов экстрактивных веществ из соцветий и семян в разные сроки вегетации робинии псевдоакаки

Наземные вегетативные части робинии псевдоакаки	Срок вегетации	Выход экстрактивных веществ, % *	d, г/см ³	n _D ²⁰
Соцветия	май-начало июня	0,45 0,37	0,9435	1,4855
	конец июня – начало июля	0,31	0,9430	1,4810
Семена		0,22		
	сентябрь	8,42	0,9520	1,4965
	октябрь	11,35	0,9524	1,4982
	декабрь	7,25	0,9550	1,5035

* в числителе и знаменателе указан выход экстрактивных веществ соответственно из свежего и высушенного растительного материала.

Таблица 21

Количественный состав экстрактивных веществ из семян робинии псевдоакаки

Наименование компонента	Индекс удерживания, RI	Содержание, в % от цельного вещества
β-мирцен	991	0,46
D-лимонен	1014	0,37
Бензиловый спирт	1033	0,97
цис-оцимен	1038	1,26
Салициловый альдегид	1041	0,65

Линалоол	1086	3,12
Терпинен-4-ол	1177	0,50
α -терпинеол	1191	1,53
* М=162	1217	2,21
Гелиотропин	1320	42,18
Метилантранилат	1334	26,05
α -терпинилилацетат	1351	0,59
Додеканаль	1409	0,32
1,4-метано-1Н-инден	1548	0,76
Бензилсалицилат	1870	18,61
ди- <i>n</i> -бутилфталат	1962	0,20
Диизооктилфталат	1971	0,22

* неидентифицированное соединение

Таблица 22

Антимикробная активность экстрактивных веществ робинии псевдоакация по отношению к штаммам грамотрицательных бактерий

Исследуемый образец	МПК (мкг/мл) по отношению к				
	<i>E.coli CP</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 165	<i>Proteus vulgaris</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i>
Робиния псевдоакация	20	5*	20	5*	10
Гентамицина сульфат	2,5	0,63*	2,5	1,25	1,25

*Различия между повторами достоверны при $p = 0,95$.

Таблица 23

Антимикробная активность экстрактивных веществ робинии псевдоакация по отношению к штаммам грамположительных бактерий

Исследуемый образец	МПК (мкг/мл) по отношению к		
	<i>Bacillus B-1919 mesentericum-3</i>	<i>Staphylococcus aureus</i> 209	<i>Staphylococcus aureus</i> MRSA
Робиния псевдоакация	5*	0,63*	5
Гентамицина сульфат	1,25	0,63*	0,63

*Различия между повторами достоверны при $p = 0,95$.

Таким образом, проведенные исследования позволили изучить сезонную динамику накопления экстрактивных веществ в соцветиях и семенах по фазам вегетации, выявить качественный и количественный химический состав экстрактивных веществ из семян эндемичного растения Астраханского региона *Robinia pseudoacacia* L., собранных в октябре. Робиния псевдоакация может служить сырьем для получения биологически

активных веществ, основными компонентами которого являются гелиотропин, метилантранилат, бензилсалицилат. Исследование антимикробной активности показало, что экстрактивные вещества, выделенные из робинии псевдоакации, проявляют антимикробную активность в отношении *Pseudomonas aeruginosa* 165, *Klebsiella pneumoniae*, B-1919 *Bacillus mesentericum*-3, *Staphylococcus aureus* 209, *Staphylococcus aureus* MRSA [157].

Некоторые компоненты эфирных масел могут оказывать противогрибковое, антибактериальное, противовирусное действие [159]. Механизм действия эфирных масел зависит от состава. Выявлено, что они уменьшают проницаемость цитоплазматической мембраны клетки и это приводит к снижению аэробного дыхания, уменьшая у микробов выживаемость и адаптацию к препаратам. Для компонентов эфирных масел характерно отсутствие мутагенного действия, что препятствует возникновению новых устойчивых штаммов микроорганизмов. Химические вещества эфирных масел, способствуют снижению дозы антибиотиков в организме при одновременном использовании и оказывают микостатическое действие.

Эфирные масла, содержащие фенолы, оказывают антимикробное, противопаразитарное, антифунгальное и дезинфицирующее действие. Микроцидная активность преимущественно направлена на вегетативные формы грибов, споры малочувствительны к фенолам.

У растений семейства Губоцветные (лат. *Lamiaceae*) эфирные масла обнаружены также у лофтана анисового (лат. *Lophantus anisatus* Benth.) и тимьяна обыкновенного (лат. *Thymus vulgaris*), у семейств Бобовые и Мотыльковые (лат. *Fabaceae*) – у робинии псевдоакации (лат. *Robinia pseudoacacia*). Эфирное масло лофтана содержат в большом количестве пулегон и ментон, которые относятся к кетонам, а также соединения фенола. Эти вещества растворяются в липидах цитоплазматической мембраны микробов, повышают ее проницаемость, нарушают осмотическое давление

клетки, воздействуют на окислительно-восстановительные процессы. Высокая антимикотическая активность экстракта лофтана анисового по отношению к различным видам грибов *Candida albicans* (*C. albicans*), *Penicillium mucor*, *Microsporum canis*, *Aspergillus sporulariopsis*, *Trichophyton rubrum* связана с содержанием в качестве основных компонентов (95%) – метилхавикола, метилэвгенола, D-лимонена. Метилхавикол и метилэвгенол относятся к фенолам, которые взаимодействуют с белками, пронизывающими билипидный слой, и приводят к их денатурации, а впоследствии и гибели бактериальной клетки [6]. D-лимонен относится к монотерпенам – природным углеводородам, образованным сочетанием двух изопреновых фрагментов. Кроме монотерпенов среди углеводородов этого класса выделяют также сесквитерпены, которые состоят из трех изопреновых звеньев, дитерпенов, тритерпенов, тетратерпенов, политерпенов, которые обладают выраженными противогрибковыми, антибактериальными и антиоксидантными свойствами.

Некоторые микробы могут образовывать биопленку. Сильным действием на грибы *C. albicans* и способность образовывать биопленки, обладают эфирные масла различных видов полыни. Антимикотическое и антибактериальное действие экстракта полыни связано с кетонами и спиртами производными артемизия – сесквитерпенового лактона. Кроме производных артемизии экстракт полыни содержит камфору, 1,8-цинеол, и др. вещества [160].

Проблемы изучения эфирных масел в качестве лекарственных препаратов заключается в том, что в разные годы на одном и том же участке выращивания, концентрация действующих веществ, выращенных эфиромасляничных культур разная, и поэтому получение стандартного препарата требует технологических решений для использования их для лечения и профилактики заболеваний человека, в том числе грибковой этиологии [161, 162].

Авторами статьи [163] рассмотрены проблемы лекарственной резистентности клинических микроорганизмов. В ходе исследования сравнительной активности антимикробных растительных компонентов дикорастущих растений Аридной зоны Астраханского региона, синтезированных химических противомикробных веществ и коммерческих антибиотиков обнаружена альтернативная подавляющая активность растительных веществ, новых синтезированных соединений и традиционных антибиотиков в отношении клинических штаммов бактерий.

Зюзник высокий и зюзник европейский

Проведено сравнительное изучение химического состава эфирных масел двух видов рода *Lycopus* – зюзника высокого (*Lycopus exaltatus* L.) и зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.), произрастающих на территории Астраханской области.

Зюзник высокий (*Lycopus exaltatus* L.) и зюзник европейский (*Lycopus europaeus* L.) – дикорастущие многолетние травянистые растения семейства Яснотковых, произрастают в умеренном климате многих стран Европы, в европейской части России, в Средней Азии, на Кавказе, в Западной и Восточной Сибири. В Астраханской области крупные популяции данных видов растений преобладают на увлажненных лугах Дельты и поймы реки Волги, а также единично встречаются как сорные растения в огородах [164].

Зюзник европейский (*Lycopus europaeus* L.) – слабоопушенное ароматное растение, имеет прямостоячий четырехгранный, в верхней части разветвленный стебель, достигающий в высоту до 90 см. Листья продолговато-ланцетные, супротивные, зубчатые по краю, нижние перисторассечённые, черешковые, верхние – сидячие. В пазухах листьев расположены соцветия – ложные мутовки, в которых собраны мелкие цветки во-

ронковидной формы, с 4-х раздельным венчиком, белые с пурпурными крапинками (в зеве и на губе). Цветёт зюзник европейский в июне-августе, плодоносит в сентябре-октябре. Плод – гладкий орешек [164, 165].



Зюзник высокий (*L. exaltatus* L.)



Зюзник европейский (*L. europaeus* L.)

Зюзник высокий (*Lycopus exaltatus* L.) – ароматное травянистое растение с утолщённым корневищем и иногда длинными ползучими побегами. Стебли прямостоячие, высотой 50-120 см, четырёхгранные, простые, реже ветвистые, иногда железисто-опушённые. Листья яйцевидно-продолговатые, верхние ланцетные, все перисто-надрезанные или перисто-раздельные, с линейными или ланцетными остроконечными долями, обычно с обеих сторон опушённые, точечно-железистые. Цветки мелкие, многочисленные, собраны по 15-20 в плотные мутовки. Чашечка колокольчатая, железистая, с пятью остистыми зубцами. Венчик четырёхлопастный, белый или бледно-лиловый, на 1/3 рассечён на разновеликие доли, из которых верхняя слегка выемчатая, а нижняя с полулунным красным пятном или с пурпурными точками. Тычинки выдаются из венчика. При-

цветники линейно-шиловидные, жёсткие, обычно длиннее мутовок. Цветёт в июне-августе, плоды – орешки длиной 1 мм, сверху железистые, созревают в июле-сентябре [164, 165].

В народной медицине настои травы зюзника европейского применяют при нарушениях сердечного ритма, связанного с повышенной функцией щитовидной железы, неврозах, при туберкулёзе лёгких, гормональных нарушениях в гинекологии, в качестве противовоспалительного, общеукрепляющего, кровоостанавливающего средства, для лечения базедовой болезни, снижения повышенного артериального давления и устранения тахикардии.

В литературе представлены сведения по химическому составу растительного сырья зюзника европейского. Шелухина с соавт. [166] из травы зюзника европейского выделили и идентифицировали с помощью методов ^1H ЯМР, ^{13}C ЯМР, УФ-спектроскопии, ВЭЖХ-МС следующие фенольные соединения: этиловый эфир кофейной кислоты, протокатеховый альдегид, 5,3',4'-тригидрокси-6,7-диметоксифлавонол, апигенин, этиловый эфир апигенин-7-глюкуронида, лютеолин, метиловый эфир лютеолин-7-глюкуронида, этиловый эфир лютеолин-7-глюкуронида, кофейную кислоту, розмариновую кислоту, метиловый эфир розмариновой кислоты. Сумма фенольных соединений в пересчете на розмариновую кислоту и абсолютно сухой экстракт составила 3,5%.

Фармакологические исследования [167,168] демонстрируют антитиреоидное действие экстрактов травы зюзника европейского на модели экспериментального тиреотоксикоза у крыс, что выражается в нормализации уровня тиреоидных гормонов в сыворотке крови, состояния и поведения животных. Водное извлечение травы зюзника европейского проявляло выраженный лечебный эффект, сопоставимый с действием тиразола. Препарат для лечения диффузного токсического зоба на основе травы зюзника европейского послужит альтернативой при непереносимости гормональ-

ных антитиреоидных средств.

Нами проведено фитохимическое исследование травы (листьев и стеблей) зюзника европейского и зюзника высокого [169], при проведении качественных реакций в экстрактах травы этих растений обнаружили флавоноиды (флаванолы, флавоны, флаваноны), гидролизуемые и конденсируемые дубильные вещества, тритерпеновые сапонины. Содержание танина в водном экстракте листьев зюзника высокого (*Lycopus exaltatus* L.) составило 0,01%, в экстракте зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.) – 1,6%. Суммарное содержание флавоноидов в водно-спиртовых (70%) экстрактах стебля зюзника высокого составило – 6,8 мг, в экстрактах листьев – 12,2 мг; в водно-спиртовых (70%) экстрактах стебля зюзника европейского – 5,3 мг, в экстрактах листьев – 6,3 мг в пересчете на рутин на 100 г сухого сырья. Сумма тритерпеновых сапонинов в водно-спиртовом экстракте травы зюзника высокого – 3,8 % в пересчете на олеаноловую кислоту.

Зюзник европейский и зюзник высокий – эфирномасличные растения, обладающие сходными приятными ароматическими запахами, усиливающимися при растирании как свежего, так и высушенного сырья. Согласно литературным данным, выход эфирного масла из травы зюзника европейского, произрастающего в условиях Узбекистана [164], составил 0,2%. В образце этого эфирного масла были идентифицированы: лимонен, терпинен, линалоол ацетат, линалоол, борнил ацетат, геранил ацетат, нерол, гераниол, *n*-цимен, γ -терпинен, α -пинен камфен, терпинолен и др. Выход эфирного масла из травы зюзника европейского, произрастающего в Северной части Сербии составил 0,5%. Преобладающие компоненты в образце эфирного масла: копаен, геранил ацетат, селинен, кадиен, ледол, гексадиенол, борнеол, терпинеол, деканаль, гераниол, фурфурол, гексанол, бензальдегид, нонадиеналь, изоцитраль, лавандулол, ноналол и др. Образец данного эфирного масла зюзника европейского показал антимикроб-

ную активность в отношении *E.coli* и *K.pneumoniae*.

Сведения о составе и фармакологической активности эфирного масла зюзника высокого в литературе не были обнаружены.

Нами были получены образцы эфирного масла зюзника европейского и зюзника высокого. Вегетативные и цветущие побеги зюзника высокого (*Lycopus exaltatus* L.) собирали в поселке Ильинка, зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.) по берегам реки Волги в окрестностях г. Астрахани в июне-июле.

Полученные образцы эфирного масла представляют собой легкоподвижные жидкости желтого цвета с характерным приятным запахом. Эфирное масло зюзника европейского обладает приятным цветочным запахом с легким ароматом ментола и бергамота. Эфирное масло зюзника высокого характеризуется слабым цветочным запахом. Содержание эфирного масла в растительном сырье зюзника высокого (*Lycopus exaltatus* L.) составило 0,9%, в траве зюзника европейского (*Lycopus europaeus* L.) – 0,7% в период цветения растений; 0,7% и 0,5% на 100 г воздушно-сухого сырья соответственно в вегетационный период. В образце эфирного масла зюзника европейского идентифицировали 31 компонент, в эфирном масле зюзника высокого 12 компонентов (табл. 24.).

Таблица 24

Компонентный состав эфирного масла зюзника европейского и зюзника высокого

№	Компоненты	Содержание, %	
		Зюзник европейский	Зюзник высокий
1	Амилвинилкарбинол	1.59	-
2	Бензиловый спирт	1.52	-
3	Фенилэтиловый спирт	2.62	-
4	<i>транс</i> -Пинокарвеол	1.14	-
5	<i>цис</i> -Вербенол	2.61	-
6	Мирценол	0.34	-
7	4-Терпинеол	3.65	0.52

Продолжение таблицы 24

8	α -Терпинеол	9.06	0.48
9	Бенихинал	2.72	
10	Карвон	2.13	-
11	Пеларгоновая кислота	1.08	-
12	Изоэвгенол	3.00	-
13	Дамасценон	0.44	-
14	Жасмон	0.83	-
15	Копаен	1.95	-
16	Метилвый эфир изоэвгенола	9.43	-
17	Кариофиллен	2.51	-
18	Геранил ацетон	0.56	-
19	α -Кариофиллен	0.48	-
20	β -Фарнезен	0.78	-
21	β -Ионон эпоксид	0.39	-
22	Изоциклоцитраль	1.39	-
23	α -Селинен	3.48	-
24	Виридифлорол	1.32	-
25	<i>Z</i> - α - транс-Бергамотол	0.98	-
26	транс- <i>Z</i> - α -Бисаболен эпоксид	0.62	-
27	Кариофиллен оксид	10.30	-
28	Леден оксид	0.60	-
29	3,7,11,15-Тетраметил,2,6,10,14-гексадекатетраен-1-ол, ацетат	1.56	-
30	Ледол	2.24	1.05
31	Патчулан	0.75	0.56
32	Воски	-	14.11
33	2,4-Гексадиен-1-ол	-	5.05
34	2-Деценаль	-	1.08
35	2,4-Декадиеналь	-	51.72

36	α -Лимонен диэпоксид	-	1.61
37	2-Гептен-1-ол	-	0.35
38	3,4-Диметил-2-гексанон	-	0.35
39	6,10-Диметил,5,9-додекадиен-2-он	-	0.33
40	N.I.*	27.93	22.79
		100.00	100.00

* NI – неидентифицированные соединения.

Согласно полученным данным, преобладающими компонентами эфирного масла зюзника европейского (*Lycopus europaeus L.*) являются терпеноиды: цис-вербенол, амилвинилкарбинол, фенилэтиловый спирт, бензиловый спирт, транс-пинокарвеол, мирценол, α -терпинеол, 4-терпинеол, бенихинал, карвон, изоэвгенол, дамасценон, жасмон, метиловый эфир изоэвгенола, геранил ацетон, β -ионон эпоксид, изоциклоцитраль. Встречаются также сесквитерпены: α -кариофиллен, кариофиллен, копаен, α -селинен, патчулан, β -фарнезен. Сесквитерпеноиды эфирного масла зюзника европейского – виридифлорол, *Z*- α -транс-бисаболен эпоксид, *Z*- α -транс-бергамотол, кариофиллен оксид, леден оксид, ледол. Основными компонентами эфирного масла зюзника высокого, аналогично маслу зюзника европейского, являются терпеноиды. Среди них: α -терпинеол, 4-терпинеол 2,4-гексадиен-1-ол, 2-деценаль, 2,4-декадиеналь, α -лимонен диэпоксид, 2-гептен-1-ол, 3,4-диметил-2-гексанон, 6,10-диметил,-5,9-додекадиен-2-он. Сесквитерпен эфирного масла зюзника высокого – патчулан, сесквитерпеноид – ледол, которые обнаружены и в эфирном масле зюзника европейского. В эфирном масле зюзника высокого присутствуют воски. Учитывая суммарное содержание разных групп терпеноидов в эфирном масле зюзника европейского, в частности спиртов (не менее 22,53%), фенолов (не менее 12,43%), кетонов (не менее 3,96%), альдегидов

(не менее 1,39%) и иного, можно предположить, что оно проявляет антисептическое (останавливает рост или убивает бактерии, вирусы, грибки), обезболивающее и противовоспалительное действия, стимулирует иммунную систему. В эфирном масле зюзника высокого компонентный состав менее разнообразен. Однако в нем высоко содержание производных терпенов: альдегидов (не менее 52,8%) и спиртов (не менее 19,16%). Возможно, для него характерны более высокая по сравнению с эфирным маслом зюзника европейского противомикробная активность, жаропонижающее и противовоспалительное действия и др.

Мята полевая

Мята полевая (*Mentha arvensis* L.) – травянистое растение, относящееся к роду *Mentha* – лекарственных эфирномасличных растений сем. Яснотковые (*Lamiaceae*), включающий дикорастущие (мята полевая – *Mentha arvensis* L., мята водная – *Mentha quatica* L. и др.) и культурные виды (мята перечная – *Mentha piperita* L., мята курчавая – *Mentha spicata* L. и т.д.), настой, отвар, эфирное масло которых используют в народной и традиционной медицине. Селекционно выведенные формы характеризуются высоким содержанием биологически активных веществ, определяющих фармакологическую активность используемых лекарственных форм. Например, настой травы мяты перечной применяют как средство, уменьшающее повышенную кислотность желудочного сока, болеутоляющее при различных желудочных заболеваниях. Листья этого растения используют для производства мятных капель, таблеток от кашля и снятия аритмии, сборов: потогонного, успокаивающего, желудочного. Однако, известно, что для лечения некоторых заболеваний народная медицина рекомендует использовать растительное сырье некоторых дикорастущих видов, в частности, мяты полевой. Известно, что водный настой листьев мяты полевой обладает противосудорожным, успокаивающим, противовоспалительным и обезболивающим

действием [170, 171]. Водные и спиртовые извлечения травы мяты полевой оказывают спазмолитическое действие на гладкую мускулатуру кишечника, желчного пузыря и их используют при спазмолитическом энтероколите, метеоризме, холецистите, дискинезии желчевыводящих путей.

Мята полевая, или Мята луговая (*Mentha arvensis* L.) – многолетнее травянистое растение высотой до 100 см. Имеет ползучее корневище, распростёртые, реже прямостоячие, ветвистые опушенные стебли. Листья продолговато-эллиптические, на верхушке острые, по краю пильчато-зубчатые, короткочерешковые, расположены супротивно. Цветки лилово-розовые, собраны в многоцветковые шаровидные ложные мутовки на волосистых цветоножках; чашечка колокольчатая, фиолетовая, волосистая; венчик широко-трубчатый. Плод – округлый, гладкий орешек.

Мята полевая встречается на Северном Кавказе, в европейской части, Западной и Восточной Сибири, в Европе, Западной и Средней Азии, в Индии. Растёт на полях, лугах, по берегам водоёмов, рек, озёр, на болотистых участках.



Мята полевая

Нами обнаружены площади мяты полевой (*Mentha arvensis* L.) у берега реки в с. Началово Астраханской области, на берегу реки Волги в районе Дворца бракосочетания, на реке Царев в черте города.

В водных экстрактах травы (листьев и стеблей) мяты полевой, при проведении качественных реакций, мы обнаружили гидролизуемые и конденсируемые дубильные вещества, флавоноиды (флавоны, халконы и ауроны), тритерпеновые сапонины, полисахариды. Содержание дубильных веществ в водном экстракте мяты полевой составило 1,6%, количество сапонинов в водно-спиртовом экстракте – 1,9%, содержание полисахаридов – 1,4%, сумма флавоноидов – 2,3% в пересчете на лютеолин-7-гликозид. Из травы (листьев, стеблей и цветков) мяты полевой методом перегонки с водяным паром было получено эфирное масло. Содержание эфирного масла в траве мяты полевой в фазу цветения составило 1,2%, в период вегетативного роста, растение накапливает 2% эфирного масла. Эфирное масло из листьев мяты полевой – легкоподвижная жидкость светло-желтого цвета со слегка цветочным запахом [172].

В эфирном масле мяты полевой идентифицировано 36 компонентов, среди которых производные терпенов (терпеноиды, сексвитерпены), сложные эфиры, ароматические соединения, углеводороды и др. (табл. 25). Многие из них являются веществами с приятными запахами, активно используемыми как консерванты в продуктах питания, при производстве косметических средств, некоторые проявляют выраженный фармакологический эффект. Компоненты с уникальным ароматом, такие как гермакрен D и элемол проявляют противовоспалительное, противомикробное и антиоксидантное действия. Монотерпеноид миртена, согласно литературным данным [172] *in vitro* способен ингибировать ацетилхолинэстеразу, его используют в составе препаратов для лечения деменции и болезни Альцгеймера. Ледол усиливает секрецию бронхиальных желез, расширяет бронхи, подавляет кашлевой рефлекс.

Таблица 25

Количественный состав эфирного масла мяты полевой

№	Идентифицированное соединение	Содержание, % от цельного масла
1	Амилвинилкарбинол	0.81
2	2- Метил-5-гептанол	0.25
3	Ацетол	12.37
4	Гептановая кислота	17.35
5	<i>o</i> - Цимол	0.23
6	Эвкалиптол	0.39
7	2-Пропанон, 1-(1,3-диоксолан-2-ил)	0.39
8	Линалоол	0.80
9	C_nH_{2n+2}	0.19
10	транс-Пинокарвеола	0.22
11	Лавандулол	0.31
12	4- Терпинеол	0.87
13	Миртенал	0.21
14	α -Терпинеол	2.41
15	Флороглюцинол	0.72
16	2-Метокси-1,3-диоксолан	0.40
17	3-Гексенил изовалерат	1.38
18	Миртенилацетат	0.15
19	Цитронеллилбутират	0.18
20	Гераниола ацетат	0.60
21	1,6-Октадиен, 2,6-диметил -,	2.84
22	Кариофиллен	2.09
23	Геранилацетон	0.14
24	Оцимен	0.17
25	NI	0.40
26	Гермакрен D	2.45
27	NI	0.19
28	Аромадендрен	0.51
29	Элемол	0.77
30	<i>цис, транс</i> -Неролидол	0.20
31	Оксид кариофиллена	0.92
32	Бензолуксусная кислота, 3-гексениловый эфир	1.68
33	NI	0.62
34	β - Эудесмол	0.31
35	Ледол	0.77
36	<i>цис</i> -Гераниол	1.21
37	Изотуйол	0.75
38	C_nH_{2n+2}	5.08
39	C_nH_{2n+2}	38.65
	Итого	100.00

* NI – неидентифицированные соединения.

Фитохимический состав эфирных масел мяты полевой, произрастающей в разных климатических зонах, значительно отличается.

Шелепова О.В. с соавт. [170] изучали изменчивость растений мяты полевой из пяти географически разобщенных популяций (из Московской и Пензенской областей, из Республики Беларусь (Гродно), из Республики Коми) по морфологическим признакам и фитохимическому составу эфирного масла. Формирование разных экотипов, адаптированных к разным климатическим условиям, привело к фитохимическим отличиям в составе эфирного масла растений. В составе эфирного масла мяты полевой было обнаружено 85 компонентов, с содержанием более 0,1% от общей суммы, соотношение отдельных компонентов в составе эфирного масла значительно варьировало у растений разных популяций. Авторы выявили три хемотипа: ментофурановый (выявлен у образцов мяты полевой Республики Беларусь), пулегоновый (из Коми, с преобладанием в составе эфирного масла изопулегона 27,1–30,5% и лимонена 14,9–15,4%) и гамма-терпиненовый (представлен популяциями из Московской и Пензенской областей, характеризуется доминированием в составе эфирного масла γ -терпинена 14,5–15,5% и *транс*- и *цис*-оцименов 10,1–12,3%, хотя в масле присутствовал еще 1,8-цинеол 7,4–9,6% и β -пинен 7,6–8,4%).

Изучение фитохимического состава образцов эфирных масел мяты полевой разного географического происхождения представляет интерес для исследования биологической активности отдельных компонентов масла и биологического действия масла в целом.

Лаванда узколистная

Лаванда узколистная (*Lavandula angustifolia*) – эфирномасличное растение рода Лаванда (*Lavandula*) семейства Яснотковые (*Lamiaceae*).

Представляет собой многолетний вечнозеленый, сероватый от опушения, полукустарник с многочисленными ветвящимися побегами, образующими куст сферической формы, высотой 50 см диаметром 70 см, с одревесневшими нижними побегами. На верхушке побегов ежегодно отрастают четырехгранные цветоносы, увенчанные колосовидными соцветиями. Корневище деревянистое, в верхней части ветвистое. Листья сидячие, линейно-ланцетные до 6 мм шириной, цельнокрайние, с отогнутыми вниз краями, к обоим концам сужены, сероватые от опушения, располагаются на побегах супротивно, держатся 1-2 года, постепенно заменяются вновь образующимися. Цветки мелкие, собраны в колосовидные соцветия, состоящие из 4–11 мутовок, сидят на укороченных цветоножках в пазухах прицветников. Окраска венчика темно-фиолетовая. Чашечка трубчатая, ребристая, опушенная короткими волосками. Плод состоит из четырех гладких, темных, орешков, заключенных в неоппадающую чашечку [173].

Природный ареал лаванды узколистной располагается на севере Средиземноморской области и включает Южную Францию, Португалию, Италию, Испанию, Грецию, Корсику, Сардинию, Сицилию, на севере доходит до Тироля, в Приморских Альпах поднимается до 1700 м над уровнем моря [173,174]. В России произрастает на Черноморском побережье.

Лаванду узколистую, как декоративное растение применяют в ландшафтном озеленении, она является хорошим нектароносом. Из соцветий, листьев и стеблей лаванды узколистной получают эфирное масло, которое используется в парфюмерно-косметической (при производстве духов, туалетной воды, шампуней, дезодораторов и мыла) и медицинской промышленности (масло проявляет широкий спектр фармакологического действия, в том числе спазмолитическое, седативное, антисептическое и противовоспалительное, что обуславливает его ценность в фито- и ароматерапии) [173,174].

Содержание и компонентный состав эфирного масла лаванды узколистной сильно варьирует, в зависимости от генетического происхождения и климатических условий региона произрастания растения.

Работягов В.Д. с соавт. [175] провели сравнительный анализ компонентного состава эфирных масел двух новых форм *Lavandula angustifolia* Mill. и *L. latifolia* Medic., выращенных на Южном берегу Крыма. Содержание эфирного масла в соцветиях колебалось в пределах 1,5–2,2% в пересчёте на сырой вес. Выход эфирного масла из растительного сырья *L. latifolia* выше на 27–19%. В эфирном масле *L. angustifolia* идентифицировали 54 соединения терпеновой природы, в эфирном масле *L. latifolia* – 53 соединения. Основные компоненты эфирного масла *L. angustifolia* – линалилацетат (42% от общего содержания) и линалоол (22%). Массовая доля 1,8-цинеола и камфоры не превышает 1,5%. Содержание монотерпенов и сексвитерпенов почти в два раза выше, чем в масле *L. latifolia*. Эфирное масло *L. latifolia* отличается максимальными концентрациями линалоола, камфоры и 1,8-цинеола и следовыми количествами сложных эфиров.

Горбунов Ю.Н. с соавт. [173] проводили опыты по интродукции лаванды узколистной в Главном ботаническом саду им. Н.В. Цицина РАН (г. Москва) и методом ГЖХ изучали состав эфирных масел выращенных растений. В составе всех образцов эфирного масла выявлено 49 компонентов. Основными компонентами являются линалоол, массовая доля которого составляет в разных образцах 22,9–47,7% от общего содержания, линалилацетат (14,8–21,8%), терпинен-4-ол (11,3–21,3%), борнеол (1,5–4,0%), α -терпинеол (0,5–2,9%), геранилацетат (0,7–3,0%), гераниол (0,3–2,0%), оксид кариофиллена (0,8–4,5%), и цис- β -оцимен (0,2–3,0%). Другие компоненты обнаружены в незначительном количестве. Количественное содержание компонентов в разных образцах значительно различается. Основными компонентами, определяющими качество эфирного масла лаванды,

являются линалоол и линалилацетат. Полученные данные о компонентном составе эфирного масла исследованных образцов оказался сходен с маслом из образцов, выращенных в Крыму [175]. В то же время пониженное содержание линалилацетата, по мнению авторов, сужает возможности его использования в парфюмерии, но масло может использоваться в косметической промышленности, например, для ароматизации (мыла, шампуней, дезодорантов и др.).

Нами проведено исследование компонентного состава эфирного масла лаванды узколистной, выращенной на приусадебном участке, на Ерике перекальном города Астрахани. Компонентный состав представлен 20 компонентами, среди которых основными компонентами являются линалоол (массовая доля 41,6% от общего содержания) и линалилацетат (содержание 32,74%), присутствуют производные терпенов (терпеноиды, сексвитерпены) в небольших концентрациях, что делает пригодным использование эфирного масла лаванды узколистной в парфюмерной промышленности и ароматерапии. Лаванда может служить сырьем для получения биоактивного соединения оксида кариофиллена (содержание в эфирном масле 5,22%), которое имеет широкое применение в сельскохозяйственной и в фармацевтической отраслях.

Таблица 26

Количественный состав эфирного масла лаванды узколистной

Компонент	Индекс удерживания	Содержание, % от цельного масла
Пинокарвоне	1010	0,13
Оксид <i>транс</i> -линалоола	1072	2,59
<i>цис</i> -Линалоолоксид	1089	2,56
Линалоол	1098	41,6
Камфора	1149	0,23
Лавандулол	1169	0,83
Борнеол	1172	2,09
Эпоксидлиналоол	1177	0,91
Терпинен-4-ол	1182	1,47

3-Гексенил изобутират	1191	1,81
α - Терпинеол	1196	1,49
Линалилацетат	1256	32,74
Лавандулилацетат	1290	3,63
<i>цис</i> -лимоненоксид	1340	0,94
β - Терпинеол	1352	0,42
Геранилацетат	1385	0,26
Неролидол	1399	0,34
Оксид кариофиллена	1600	5,22
γ -Мууролен	1654	0,55
α -Кадинол	1668	0,19

Эфирное масло лаванды узколистной (*Lavandula angustifolia* L.) используется в ароматерапии [174]. Присутствующий в эфирном масле лаванды линалоол ингибирует высвобождение ацетилхолина и изменяет функции ионных каналов в нервномышечных синапсах [14], эфирное масло снижает тревожность, проявляет антидепрессантное и антисудорожное действие [173]. Эфирное масло лаванды узколистной проявляет нейропротекторное и антиоксидантное действия, в том числе при церебральной ишемии [173].

Ярош А.М. с савт. [174] исследовали особенности влияния ароматерапии с эфирным маслом лаванды узколистной на функции нервной системы (умственную работоспособность: быстроту мышления, прохождение корректурной пробы, теппинг тест, тест на запоминание 10 слов) у людей разного возраста. В составе образца эфирного масла лаванды, используемого для ароматерапии присутствовали линалоол (36,67%) и линалилацетат (32,18%), 1,8-цинеол (6,98%), камфора (6,20%), борнеол (2,90%), терпинен-4-ол (1,94%), кариофиллен (1,84%), транс-оцимен (1,12%), следовые концентрации (менее 1%) α -пинена, камфена, октен-3-ола, мирцена, цимена, *цис*-оцимена, гексилацетата, 1-октен-3-ол ацетата, лавандулола, α -терпинеола, гексилбутирата, лавандулилацетата, нерилацетата, геранилацетата, сантена, β -фарнезена, α -аморфена, гермакрена, δ -кадинена, карио-

филленоксида. Авторы показали, что влияние эфирного масла лаванды узколистной на умственную работоспособность человека зависит от возраста. У молодых людей (20-25 лет) эфирное масло лаванды узколистной увеличивало скорость простых ментальных и нейро-моторных процессов (скорость работы в корректурной пробе и в простом теппинг-тесте). На количество ошибок в корректурной пробе и на самооценку тонуса эфирное масло лаванды узколистной влияния не оказало. У людей среднего возраста (30-55 лет) эфирное масло лаванды узколистной увеличивало скорость простых ментальных и нейро-моторных процессов (скорость работы в корректурной пробе и в простом теппинг-тесте), но при этом увеличилось количество ошибок в корректурной пробе. На краткосрочную память и на самооценку тонуса эфирное масло лаванды узколистной не повлияло. У пожилых людей скорость простой умственной работы (корректурная проба) под влиянием эфирного масла лаванды узколистной не повысилось, но наблюдалось увеличение количества сделанных ошибок. Эффективность работы в более сложном тесте после ароматсхорелаксации снизилась.

Глава 2

ЖИРНОМАСЛИЧНЫЕ РАСТЕНИЯ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ. СОДЕРЖАНИЕ ЛИПИДОВ, ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ФЛАВОНОИДОВ

Жиры в питании имеют большое значение за счет содержания физиологически-функциональных ингредиентов. В современных условиях питание человека, как правило, не сбалансировано по жирнокислотному составу. Значительно не соответствует нормам потребление ненасыщенных жирных кислот, имеющих важное значение в регуляции процессов обмена веществ и функций отдельных органов и систем [176].

Среди функциональных пищевых ингредиентов особое внимание уделяется полиненасыщенным жирным кислотам (особенно, семействам омега-3 и омега-6), которые участвуют в качестве структурных элементов биомембран клеток в нормализации кровяного давления, агрегации тромбоцитов, расщеплении холестерина и липопротеинов низкой плотности, оказывают эффективное положительное влияние на стенки кровеносных сосудов, на обмен витаминов группы В, стимулируют защитные механизмы организма, повышая устойчивость к инфекционным заболеваниям, адаптацию к неблагоприятным воздействиям окружающей среды [177].

В соответствии с рекомендациями [178], оптимальное соотношение омега-6: омега-3 от 5:1 до 10:1, но также в научной литературе описаны и другие оптимумы, например от 1:1 до 4:1 [179]. В природе масел с рекомендованным составом полиненасыщенных жирных кислот омега-6 и омега-3 не существует. Поэтому наиболее эффективным способом оптимизации состава потребляемых масел является их купажирование [180].

Ряд культурных и дикорастущих растений Астраханской области являются ценным источником полиненасыщенных жирных кислот.

Лотос орехоносный

Лотос орехоносный (*Nelumbo nucifera*) относится к семейству Лотосовые (Nelumbonaceae). Произрастает на мелководных участках устья Волги вдоль берегов небольших рек, ериков, дельты. Гелофит. Травянистый длиннокорневищный поликарпик, прибрежноводный гипергликофит, гидрофит [181].



Лотос орехоносный

Лотос орехоносный является реликтовым растением, применяющимся с давних времен в народной медицине (не только китайской, индийской, но и жителей рыболовецких сел Астраханской области XVIII-XIX вв.). Основные биологически активные вещества экстрактов лотоса орехоносного – флавоноиды (кверцетин, изокверцетин, нелумбозид), лейкоантоцианиды (лейкоцианидин, лейкодельфинидин), алкалоиды (нуциферин, неферин) [182].

В древнем Китае корневища лотоса орехоносного использовали как мочегонное, кровоостанавливающее, тонизирующее средство, а также при недостатке витамина В₁. Плоды лотоса входят в состав более чем двухсот препаратов китайской и индийской медицины.

Экстракт семян лотоса орехоносного обладает гепатопротективным действием, а также снижает интенсивность процессов свободнорадикального окисления. *Nelumbo nucifera* обладает мочегонным, жаропонижающим, гипогликемическим действием [183].

Антиоксидантная активность различных частей лотоса орехоносного хорошо известна [184].

Многими исследователями показана роль экстрактов в регуляции метаболизма [185], доказана иммунорегуляторная активность биологически активных веществ лотоса орехоносного [184].

Изучено влияние экстрактов плодов-коробочек, семян и листьев лотоса орехоносного на морфофункциональные параметры печени крыс на фоне воздействия четыреххлористого углерода [186]. Для оценки гепатопротекторного действия самкам крыс вводили экстракты лотоса орехоносного, а в качестве препарата сравнения силимарин. Установлено, что различные экстракты лотоса орехоносного оказывали в разной степени гепатопротекторный эффект. Наиболее эффективным оказался экстракт семян лотоса орехоносного. Гепатопротекторная активность экстрактов плодов-коробочек оказалась достаточно высокой, однако степень повреждения паренхимы печени по сравнению с действием экстракта семян и силимарина была выше. Экстракт листьев лотоса орехоносного не оказал протекторного воздействия на модели тетрахлорметан-индуцированной гепатотоксичности.

У животных оценивали активность щелочной фосфатазы (ЩФ), аламинотрансферазы (АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ) и общего билирубина в сыворотке крови. Установлено, что исследуемый экс-

тракт лотоса орехоносного в дозах 50 и 100 мг/кг массы тела достоверно уменьшает уровень содержания АлАТ, АсАТ, общего билирубина в сыворотке крови в сравнении с аналогичными показателями у животных с индуцированным CCl_4 -повреждением печени, возвращая показатели к исходным значениям контрольной группы, проявляя при этом защитное действие. Гепатопротекторное действие исследуемого экстракта лотоса орехоносного проявляется через восстановление основных биохимических показателей и улучшение морфофункциональных характеристик паренхимы печени. Эффективность экстракта плодов-коробочек лотоса орехоносного сопоставима с известным гепатопротекторным препаратом – силима-рином [187].

Изучение химического состава семян популяции лотоса орехоносного, произрастающего в дельте реки Волги, ранее практически не предпринималось, т.к. растение занесено в Красную Книгу России. В последние годы плантации лотоса орехоносного в Астраханском регионе существенно расширились. Кроме того, появились участки, на которых лотос специально выращивается, что позволяет осуществлять заготовку сырья в этих местах.

Исследован химический состав образцов экстракта семян лотоса орехоносного, произрастающего в низовьях реки Волги, оценка антиоксидантной активности экстрактов различными методами [188].

Семена лотоса орехоносного заготавливали в сентябре на участках вблизи населенных пунктов Астраханской области (г. Камызяк, п. Володаровский). Семена во избежание разрушения биологически активных веществ и для удаления излишней влаги высушивали наиболее распространенным методом – воздушной сушкой, основанной на свободном доступе воздуха к растительному материалу, разложенному в затемненном месте, и вместе с оболочкой размалывали в агатовой ступке.

Экстракт из семян *Nelumbo nucifera* получали экстракцией биологически активных веществ с помощью 50 % водного этанола согласно протоколу WHO CG-04 [189]. Семена лотоса массой 500 г высушивали, измельчали до порошкообразного состояния и подвергали экстрагированию 50%-ным этанолом в аппарате Сокслетта. Растворитель удаляли на ротационном испарителе при пониженном давлении (20 мм рт. ст.). Выход экстракта в виде красновато-коричневой вязкой массы составил 10%.

Выделение липидов из густого экстракта семян лотоса орехоносного. Определение жирных кислот, выделенных из липидной фракции экстрактов семян лотоса

Выделение липидов осуществляли по методу [190] с использованием смеси хлороформ – метанол, 2:1 (по объему). Соединения нелипидной природы удаляли трехкратной промывкой экстракта смесью метанол – вода, 1:1 (по объему). Хлороформный раствор липидов сушили безводным сульфатом натрия, растворитель удаляли при 60 °С при пониженном давлении в вакууме водоструйного насоса.

Образцы липидов омыляли в течение ночи с помощью 20%-ного этанольного раствора КОН при комнатной температуре. Жирные кислоты из калиевых солей выделяли подкислением раствора с помощью 5 н. соляной кислоты и экстрагировали диэтиловым эфиром. Эфирный экстракт промывали 3 раза дистиллированной водой, сушили безводным сульфатом натрия и фильтровали [191].

Определение жирных кислот, выделенных из липидной фракции экстрактов семян лотоса, осуществляли методом газожидкостной хроматографии [192] после их превращения в соответствующие метиловые эфиры

при обработке диазометаном. Эфирный раствор диазометана получали из N-нитрозо-N-метилмочевины по известной методике [193].

Колонка TR-FAME (70% цианопропилполисилфениленсилоксан), капиллярная колонка размером 30 м × 0,25 мм толщина пленки 0,25. Режим хроматографирования: температура инжектора 200 °С, температура детектора 220 °С, плазменно-ионизационный детектор, начальная температура 140 °С, время удерживания 0, мин, скорость 5 °С/мин, температура 200 °С, время удерживания 3 мин., скорость потока газов: азота 30 мл/мин, водорода 50 мл/мин, воздуха 350 мл/мин.

Жирные кислоты, выделенные из липидов, и стандартные образцы жирных кислот (Nu-chek Prop.) с хроматографической чистотой 99% (C10:0, C11:0, C12:0, C13:0, C14:0, C15:0, C15:1, C18:0, C18:1, C18:2, C18:3, C20:0, C20:1, C22:0) отдельно растворяли в небольшом количестве безводного метанола, добавляли небольшими порциями раствор диазометана в диэтиловом эфире до прекращения выделения газообразного азота. Реакционную массу оставляли при комнатной температуре на 10 мин, а затем концентрировали до объема 10 мл, при этом избыток диэтиловый эфир и диазометана удаляли при комнатной температуре с помощью струи газообразного азота. Для полного растворения метиловых эфиров жирных кислот добавляли по 2 капли хлороформа. Чистоту метиловых эфиров стандартных образцов дополнительно контролировали методом газожидкостной хроматографии.

Метиловые эфиры жирных кислот, полученные из образцов экстракта и стандартные вещества, анализировали на газовом хроматографе Pye Unicam Series 304, оборудованным детектором двойной ионизации и двойным регистрирующим устройством. Разделение метиловых эфиров жирных кислот проводилось с использованием стеклянной колонки, скрученной в спираль (1,5 м × 4 мм), заполненной диатомитом (100-120 mesh), на который нанесен 10 % адипинат полиэтиленгликоля. Повышение темпера-

туры колонки 8 °C / мин от 190 °C, затем изотермально при 190 °C в течение 25 мин при подаче азота со скоростью 30 мл/мин.

Определение фенолов и флавоноидов

Общее содержание фенолов и флавоноидов определяли колориметрическим методом [194].

Экстракцию фенольных соединений выполняли с использованием различных растворителей (метанола, этанола, смеси этанола и воды, 1: 1, ацетона, 2-пропанола и этилацетата) в диапазоне pH от 1,5 до 3,6. Для удаления жиров из полученных экстрактов их обрабатывали в орбитальном шейкере (SO1, Stuart Scientific UK) трехкратно гексаном (в соотношении 10 : 1 (объем/вес) при комнатной температуре в течение 1,5 ч. Экстракт затем фильтровали с использованием GF/F бумажного фильтра на воронке Бюхнера, фильтрат, содержащий липиды, отбрасывали. Остаток повторно экстрагировали различными растворителями (метанолом, этанолом, смесью этанола и воды, 1 : 1, 2-пропанолом и этилацетатом), при различных соотношениях объема растворителя к массе образца (от 3 : 1 до 12 : 1) при различной продолжительности экстракции (от 30 мин до 24 ч) в орбитальном шейкере при комнатной температуре. Полученный экстракт вновь фильтровали с использованием GF/F бумажного фильтра на воронке Бюхнера. Объединенные фильтраты упаривали досуха на роторном испарителе (Ika-Werke RV06-ML, Германия), а остаток снова растворяли в метаноле и хранили при температуре – 20 °C до последующего анализа.

Общее содержание фенолов в экстрактах семян лотоса осуществляли колориметрическим методом при λ 725 нм с использованием реагента Фолина-Чикальтео [195]. Метанольный раствор экстракта (0,1-0,3 мл), 20 мл деионизированной воды и 0,63 мл реагента Фолина-Чикальтео добавляли в

мерную колбу объемом 25 мл. Через 3 мин в колбу добавляли 2,5 мл 35%-ного раствора карбоната натрия. Содержимое перемешивали и доводили до метки деионизированной водой. Через 1 ч измеряли поглощение образца при λ 725 нм относительно пустой кюветы на двухлучевом УФ-спектрофотометре Hitachi U-3210. В качестве стандарта для получения калибровочной кривой и для определения фенольных соединений от 60 до 140 мг в 25 мл анализируемого раствора служила 3,4,5-тригидроксibenзойная кислота.

Флавоноиды экстрагировали по методу Гертога [196], для чего 5 г каждого образца экстракта семян лотоса гомогенизировали с 40 мл 75%-ного метанола и *трет*-бутилгидрохиноном в агатовой ступке. К полученной смеси осторожно добавляли 10 мл 6 н. соляной кислоты. Полученную смесь нагревали при 90 °С в течение 2 ч. После охлаждения смесь фильтровали через бумажный фильтр из Ватмана № 1 и переносили в мерную колбу с помощью метанола. После вытеснения воздуха азотом разложение флавоноидов ингибируется. Экстракты хранили при -80 °С для проведения последующего анализа.

Определение общего содержания флавоноидов выполнено косвенно путем оценки общего содержания фенольных соединений. Общее содержание фенольных соединений определено с помощью реагента Фолина-Чикальтео [197,198]. Смешивали 1 мл образца (разбавленного от 50 до 25 % от исходной концентрации метанолом), 0,5 мл 2 н. реагента Фолина-Чикальтео и 3 мл соды (200 мг/мл). Смесь перемешивали, оставляли стоять при комнатной температуре 15 мин и измеряли поглощение при 725 нм на спектрофотометре HITACHI 220S. В качестве стандарта использовали галловую кислоту.

Антиоксидантные свойства экстракта семян *Nelumbo nucifera*

Антиоксидантные свойства экстракта семян *Nelumbo nucifera* оценивали по методу, основанным на взаимодействии продуктов перекисного окисления липидов с тиобарбитуровой кислотой с образованием окрашенного комплекса с максимумом поглощения 540 нм [199,200]. Раствор экстракта семян *Nelumbo nucifera* (0,5%-ный), приготовленный на физиологическом растворе, вводили животным внутривентриально с помощью зонда в дозе 50 мг/кг массы тела. В эксперименте были использованы 92 самки крыс (средняя масса – 220 г, возраст – 20-24 мес.). Животные содержались в стандартных условиях вивария при свободном доступе к воде и пище. Самки крыс были разделены на три группы: I – интактный контроль, II – животные, получавшие внутривентриально физиологический раствор, III – животные, получавшие внутривентриально раствор экстракта семян лотоса орехоносного. Животные получали раствор экстракта семян лотоса орехоносного и физиологический раствор ежедневно в одно и то же время с 10 до 12 часов. Декапитацию животных проводили после предварительной наркотизации легким диэтиловым эфиром. Декапитацию проводили через 1, 2 и 3 недели введения растворов и соответственно подразделяли животных на I, II, и III группы. Антиокислительную активность оценивали по снижению каталазной активности в сердце и печени.

Для определения антирадикальной активности экстрактов семян лотоса орехоносного использовали реакцию со стабильным свободным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом (ДФПГ) (Sigma-Aldrich) [201]. При приготовлении рабочих растворов применяли 96% этиловый спирт. Первоначальная концентрация ДФПГ в реакционной смеси составляла $7 \cdot 10^{-5}$ моль/л. Степень обесцвечивания растворов ДФПГ при добавлении экстрактов определяли спектрофотометрически при 517 нм [202]. В качестве стандартного вещества использовали α -токоферрол. Степень ингиби-

рования 2,2-дифенил-1-пикрилгидразида (в %) рассчитывали по формуле [203]:

$$\text{Степень ингибирования ДФПГ (\%)} = [(A_0 - (A - A_b) / A_0) \times 100],$$

где A_0 – оптическая плотность ДФПГ без образца экстракта при λ 517 нм, A – оптическая плотность образца экстракта с ДФПГ при этой же длине волны, A_b – оптическая плотность образца экстракта без ДФПГ при λ 517 нм.

Результаты определения содержания жирных кислот в экстрактах семян лотоса орехоносного представлены в табл. 27 [200].

Таблица 27

Содержание жирных кислот (ЖК) в экстрактах семян *Nelumbo nucifera*

Кислота	Время удерживания, мин	Содержание ЖК, %	
		в экстракте семян лотоса орехоносного вблизи г. Камызяк	в экстракте семян лотоса орехоносного вблизи п. Володарский
Лауриновая (C12:0)	6,933	35,26	35,33
Миристиновая (C14:0)	11,537	11,37	11,13
Пальмитиновая (C16:0)	12,333	10,10	11,07
Пальмитоолеиновая (C16:1)	13,283	0,84	0,71
Стеариновая (C18:0)	15,608	1,99	1,97
Олеиновая (C18:1)	16,092	4,25	4,23
Линолевая (C18:2)	17,073	12,76	12,59
Линолэлаидиновая (C18:2)	17,213	18,01	18,04
Линоленовая (C18:3)	18,290	1,28	1,17
δ -Линоленовая (C18:3)	18,717	0,59	0,40
Эйкозановая (C20:0)	21,592	1,82	1,85
<i>цис</i> -11-Эйкозеновая (C20:1)	23,827	1,67	1,45

Как видно из табл. 27, основными жирными кислотами, входящими в состав экстракта семян лотоса орехоносного, произрастающего в низовьях реки Волги, являются лауриновая (35,26%), линолэлаидиновая (18%), линолевая (12,76%) и миристиновая (11,37%) кислоты.

Общее содержание фенольных соединений и флавоноидов в экстракте семян лотоса представлено в табл. 28.

Таблица 28

Содержание фенольных соединений и флавоноидов в экстракте семян лотоса

Место сбора сырья	Содержание фенольных соединений, г/100 г	Содержание флавоноидов, г/100 г
г. Камызяк	1,70	0,82
п. Володарский	1,68	0,81

Результаты изучения антиоксидантной активности экстрактов семян лотоса орехоносного методом перекисного окисления липидов приведены в табл. 29.

Таблица 29

Антиоксидантные свойства экстракта семян *Nelumbo nucifera*

Контроль	Экстракт <i>Nelumbo nucifera</i>			Контрольная группа (NaCl)		
	I группа	II группа	III группа	I группа	II группа	III группа
ТБК-активные продукты в печени ^f						
2,8 ± 0,47	2,3 ± 0,16	1,7 ± 0,22 ^{f1}	1,9 ± 0,12	2,6 ± 0,22	4,5 ± 0,68 ^{f1}	2,2 ± 0,21
Каталазная активность в печени						
44,5 ± 0,48	28,2 ± 1,97 ^{f3}	34,5 ± 1,35 ^{f3}	36,3 ± 1,42 ^{f3}	42,8 ± 0,44	30,1 ± 1,12 ^{f3}	43,4 ± 0,75
ТБК-активные продукты в сердце						
1,6 ± 0,2	2,0 ± 0,29	1,8 ± 0,28 ^{f1}	2,1 ± 0,40	1,9 ± 0,37	1,9 ± 0,29 ^{f2}	1,7 ± 0,11
Каталазная активность в сердце						
18,4 ± 2,83	20,7 ± 2,62	7,7 ± 2,78 ^{f1}	8,5 ± 2,40 ^{f1}	17,0 ± 2,5	26,0 ± 3,81	24,8 ± 1,08

^f Продукты, реагирующие с тиобарбитуровой кислотой.

Достоверность различий по сравнению с контрольной группой, ^{f1} - $p \leq 0,05$; ^{f2} - $p \leq 0,01$; ^{f3} - $p \leq 0,001$.

Внутрижелудочное введение водно-спиртового экстракта семян Лотоса орехоносного приводило к снижению свободнорадикального окисления в печени (табл. 30). При этом происходило снижение ТБК-активных продуктов при внутрижелудочном введении экстракта семян *Nelumbo nucifera* по сравнению с контрольной группой и наиболее сильные различия

наблюдаются при двухнедельном введении экстракта. Каталазная активность в печени также уменьшалась у групп, получающих водно-спиртовой экстракт семян *Nelumbo nucifera* по сравнению с аналогичным показателем у контрольной группы. Достоверно значимое снижение каталазной активности происходило на всем протяжении введения экстракта (у всех трех экспериментальных групп). В сердце наблюдалась аналогичная тенденция, но изменения носили несколько иной характер (таблица). Внутривентрикулярное введение экстракта семян *Nelumbo nucifera* не приводило к изменению ТБК-активных продуктов в сравнении с контрольными животными. Каталазная активность в сердце снижалась при двух и трех недельном введении экстракта семян лотоса орехоносного по сравнению с аналогичным показателем у контрольной группы. Таким образом, водно-спиртовой экстракт семян *Nelumbo nucifera*, вводимый внутривентрикулярно, проявлял антиоксидантное действие на печень и сердце.

Результаты определения антирадикальной активности экстрактов семян лотоса орехоносного по степени ингибирования ДФПГ представлены в табл. 30.

Таблица 30

Антирадикальная активность экстрактов семян *Nelumbo nucifera*

Образец	Степень ингибирования 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила, %		
	При 25 мкл	При 50 мкл	При 100 мкл
α-токоферрол (концентрация 0,1 г/100 мл метанола)	88,2	91,3	95,8
экстракт из семян лотоса (г. Камызяк)	50,5	67,6	87,6
экстракт из семян лотоса (п. Володарский)	52,3	68,9	89,4

Полученные экспериментальные данные по химическому составу и антиокислительной активности экстрактов семян *Nelumbo nucifera*, произрастающего в дельте реки Волга, свидетельствует о перспективности ис-

пользования биологически активных веществ этого растения при разработке различных фармацевтических композиций [188].

Химический состав семян масличных культур разнообразен. Из относительно ограниченного набора соединений, поступающих в растение, путем корневого питания в результате фотосинтеза образуются все вещества, содержащиеся в семенах.

К группе масличных растений относятся такие растения, у которых в семенах накапливаются запасные липиды. Как правило, в растении синтезируется ведущая группа веществ с однотипным, но не с одинаковым строением, что обусловлено комплексом изменяющихся внешних условий и разным качеством семян. В результате запасные вещества в семенах всегда представляют собой смесь соединений, близких по химическому строению. Наиболее важной составной частью масличных семян являются липиды. Главным компонентом растительных масел и жиров, запасаемых клетками масличных семян, являются глицериновые эфиры жирных кислот – ацилглицеролы, составляющие основную массу неполярных свободных липидов [204].

В настоящее время известно более 1500 растительных масел. Такое многообразие масел обусловлено различными сочетаниями жирных кислот.

Химические физические и биологические свойства растительных масел и жиров в основном определяются видом растительного сырья, а также влиянием следующих факторов:

- направлением селекции масличных растений с целью создания сортов и гибридов с комплексом заданных свойств, в том числе наличием или отсутствием специфических жирных кислот;
- агротехническими мероприятиями при возделывании растений; так, например, обработка гербицидами ведет к появлению токсичных примесей в масле;

- климатическими условиями района возделывания, влияющими на жирнокислотный состав масла;
- локализацией масла и жиров в тканях исходного сырья: масла из мякоти плодов, семян и покровных тканей различаются по составу и свойствам;
- технологией извлечения масел и жиров, которая определяет полноту извлечения не только масла, но и сопутствующих веществ, а также глубину гидролиза, окисления и полимеризации масел и жиров.

Изучение жирнокислотного состава масел семян лоха узколистного, дурнишника обыкновенного, лотоса орехоносного, сорго сахарного, амаранта метельчатого, арбуза, тыквы, хлопчатника, шелковицы, выделенных с помощью сверхкритического CO₂

Нами изучен жирнокислотный состав образцов масел, полученных методом сверхкритической флюидной экстракции диоксидом углерода в присутствии этанола в качестве со-растворителя из семян дикорастущих растений (лоха узколистного, дурнишника обыкновенного, лотоса орехоносного), а также из семян культивируемых растений (сорго сахарного, амаранта метельчатого) [205].

Известно, что потребность человека в незаменимых жирных кислотах (арахидоновая, линолевая, линоленовая) составляет 2 г/сут [206, 207]. В то же время источников данного комплекса кислот в растительном мире найдено ограниченное количество, а для арахидоновой кислоты практически не обнаружено.

Применение незаменимых жирных кислот, обладающих антиоксидантным действием, предотвращает окислительный стресс и замедляет процессы старения [208, 209]. Одним из важных источников моно- и поли-

ненасыщенных жирных могут являться продукты растительного происхождения, в частности масла, выделенные из семян дикорастущих и культурных растений, в том числе произрастающих в Астраханской области.

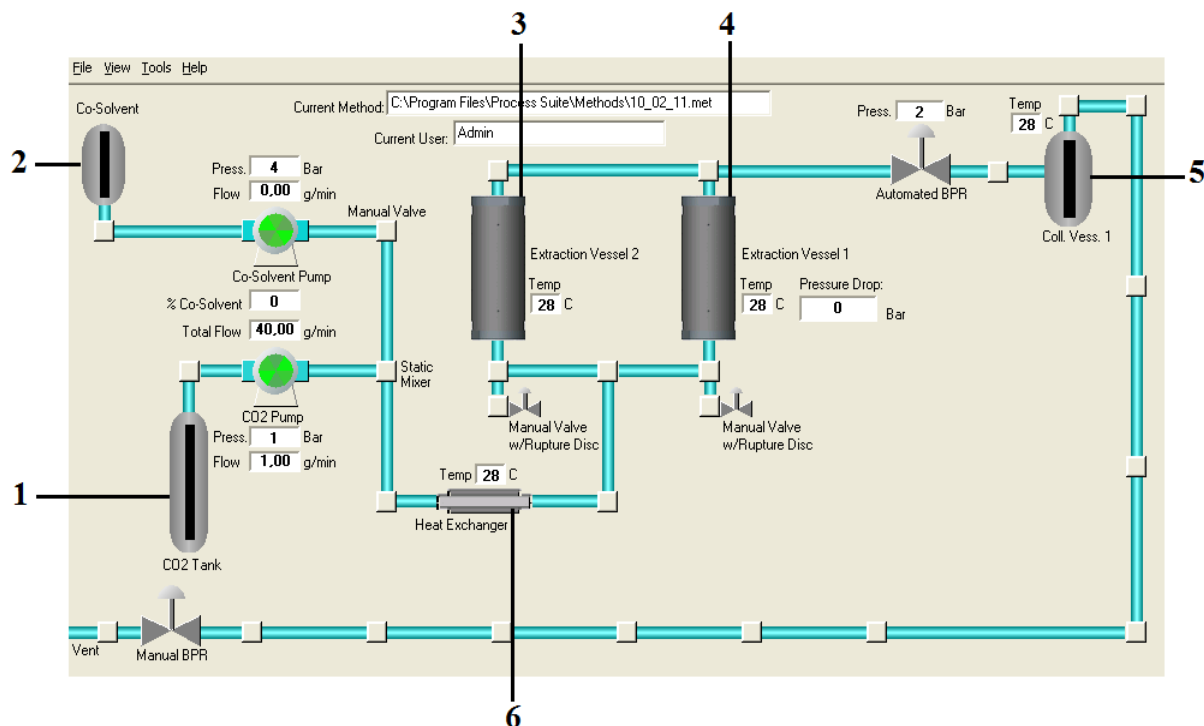
С целью сохранения нативного комплекса биологически активных веществ растений, в частности липидных фракций семян, необходимо использовать приемы мягкого химического или физического воздействия на растительное сырье. В случае применения традиционных технологий растительное сырье подвергается обработке химическими растворителями при высоких температурах, что неизбежно влечет за собой деградацию и химическую модификацию компонентов [210, 211].

Избежать указанных негативных эффектов позволяет использование метода сверхкритической флюидной экстракции [211–215].

Наиболее широко используемым растворителем в сверхкритическом состоянии, на основе которого осуществлено более 80% всех исследований в области сверхкритических флюидных технологий (СКФТ) и процессов, является диоксид углерода. Это обусловлено его удобными критическими параметрами (температура 31.2 °С, давление 72.8 атм.). Кроме того, диоксид углерода нетоксичен, не горюч, является относительно недорогим веществом, которое при нормальных условиях является газом, что облегчает его разделение с экстрагируемыми продуктами после завершения процесса [215].

Применение диоксида углерода вместо органических растворителей повышает экологическую безопасность производств, а также степень чистоты получаемых продуктов, учитывая отсутствие в них следов достаточно токсичных органических растворителей и содержащихся в них примесей. Поэтому в качестве экстрагента для получения растительных масел из семян растений нами был выбран диоксид углерода, модифицированный применением этанола в качестве сорастворителя, который способствует увеличению выхода масла, не изменяя при этом его качественный и ко-

личественный состав, что было установлено при проведении экстракции в отсутствие соразтворителя.



1 – баллон с углекислым газом; 2 – соразтворитель; 3 – экстрактор 2;
4 – экстрактор 1; 5 – сборник; 6 – термостат.

Принципиальная схема экстракционной установки

Выделение масла из измельченных семян осуществляли с использованием экстрактора SFE-500M1- 2-FMC50, фирмы THAR (США). Экстракция проводилась в 500 мл колонке (200 г измельченного сырья) при 40 °С, потоке флюида (сверхкритического диоксида углерода) 35 г/мин., в присутствии соразтворителя этанола (5 г/мин), давлении 350 атм и продолжительности процесса 60 мин.

Быстрое развитие данного направления связано с исключительной эффективностью и экологической чистотой, соответствующей требованиям, сформулированным в концепции «зеленой химии».

Особенности физико-химических свойств веществ проявляются в области сверхкритических температур и давления. При приближении к критической точке изотермическая сжимаемость вещества стремится к

бесконечности. Таким образом, его молярный объем или плотность изменяются очень заметно [216].

Современные представления трактуют сверхкритическое состояние как наличие свободных молекул и многочисленных слабо связанных кластеров молекул.

Расстояния между присутствующими в сверхкритической фазе частицами (молекулами и кластерами) значительно больше, чем в классической жидкости, но намного меньше, чем в обычных газах. Внутри кластеров молекулы располагаются хаотическим образом. Энергия взаимодействия молекул в кластерах очень невелика. В то же время скорости, с которыми отдельные молекулы входят в кластеры и покидают их, очень высоки. Отсюда вытекает исключительно низкая вязкость и одновременно высокая диффузионная способность сверхкритической среды (СКС). Сверхкритические среды – это газы, сжатые до плотностей, приближающихся к плотностям жидкостей. Этим объясняется тот факт, что СКС являются хорошими растворителями. Вещество, представляющее собой при нормальных условиях газ, в критической области характеризуется возрастающим химическим сродством к растворяемому веществу. Обе характеристики исключительно важны и лежат в основе практического использования вещества в сверхкритическом состоянии [217]. Применение углекислого газа в качестве растворителя имеет следующие преимущества: CO_2 безопасен для человека и окружающей среды, стерилен и бактериостатичен, не горюч, не является взрывчатым веществом, является дешевым и доступным экстрагентом [218].

В настоящее время сверхкритическая флюидная экстракция (СФЭ) находит широкое применение для извлечения масел и других веществ из растительного сырья. Перед проведением СФЭ семян масличных культур сырье подвергается измельчению и загружается в колонку экстрактора. Экстракция осуществляется пропусканием потока сверхкритического

флюида (диоксид углерода) через зернистый слой при заданных параметрах процесса (давление, температура, расход флюида). При этом содержащееся в клетках масло растворяется во флюиде, диффундирует к поверхности частиц и транспортируется к выходному сечению аппарата по каналам зернистого слоя [219].

Качественный и количественный составы образцов масел определяли методом хромато-масс-спектрометрии на приборе Agilent с библиотекой 40 тыс. химических соединений, количественное определение компонентов масла проводили методом газожидкостной хроматографии на хроматографе Shimadzu Q12010 с масс-селективным детектором после превращения жирных кислот в соответствующие метиловые эфиры при обработке диазометаном. Эфирный раствор диазометана получали из N-нитрозо-N-метилмочевины по известной методике [205]. Для идентификации использовали библиотеку масс-спектров NIST02. Хроматографирование осуществляли на колонке MIDN-1 (метилсиликон, твердосвязанный).

Интересным объектом исследования является лох узколистный (*Elaeagnus angustifolia* L.), относящийся к семейству Лоховые (*Elaeagnaceae*), который занимает в дельте Волги более 1000 га. Он растет на возвышенных слабозатапливаемых участках островов. Слабое засоление почв и грунтовых вод не является для лоха помехой в росте. Астраханский лох успешно произрастает и в степных условиях нашего края. Растет на песках, песчаных и суглинисто-глинистых почвах. В настоящее время в области встречаются два вида лоха: узколистный и восточный крупноплодный, со съедобными плодами.

Первые плоды на дикой маслине появляются уже в семилетнем возрасте. При хороших растительных условиях *Elaeagnus angustifolia* достигает в Астраханской области до 5–6 м в высоту. Его часто называют русской маслиной [220].

Китайские ученые [221] изучили жирнокислотный состав масла семян лоха узколистного, полученного методом экстракции при помощи ультразвука. Методом ГХ-масс-спектрометрии найдено, что основными кислотами являются линолевая (49,12%), олеиновая (37,26%), пальмитиновая (3,91%), стеариновая (1,63%), эйкозеновая (0,64%), эйкозановая (0,22%), а также лигноцериновая (10,23%) кислоты.



Лох узколистный

Н.П. Гончаровой с сотрудниками [222] в масле семян лоха узколистного удалось идентифицировать шесть эпокси- и 5 гидрокси-кислот.

Другим интересным объектом исследования является дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium* L.), который растет по берегам рек, водоемов, канав, у жилья, дорог, на пустырях. Дурнишник обыкновенный принадлежит к семейству Сложноцветные (*Compositae*). Это однолетнее травянистое растение высотой 30–50 см, с ветвистым стеблем и треугольными слаботрехлопастными листьями. Все растение шершаво-опушенное. Цветки желтоватые, женские собраны пучками и располагаются у основания черешков листьев; мужские – в плотных шаровидных головках на кон-

цах ветвей. Плоды – гладкие овальные семянки, заключенные в твердую колючую оболочку. Цветет в июле – первой половине августа.



Дурнишник обыкновенный

Все части этого растения широко используется в народной медицине для лечения различных заболеваний, в том числе мочекаменной болезни, дизентерии, атонического дерматита, зубной боли, лишая, спазмов в горле, ангины, абсцессов в горле, геморроя, рожи, злокачественных опухолей и др.

В экстрактах листьев дурнишника обыкновенного, полученных методом сверхкритической флюидной экстракции диоксидом углерода, были идентифицированы β -кариофилен (0,5%), гермакрен D (1,2%), γ -кадинен (2,8%), δ -кадинен (4,0%), α -кадинен (1,5%), ксантин (18,9%), а основным компонентом эфирного масла, полученное из листьев дурнишника обыкновенного методом гидродистилляции, является β -гуайен (79,6%) [223]. В то же время химический состав СКФ-экстрактов плодов дурнишника обыкновенного ранее не изучался.

Расширение в последние годы плантаций лотоса орехоносного в дельте Волги позволяет рассматривать это растение в качестве источника получения из различных его частей биологически активных веществ. Жирнокислотный состав масла семян *Nelumbo nucifera*, полученного СКФ-экстракцией, ранее также не изучался.

Другими объектами исследования являлись семена культивируемых в Астраханской области растений – сорго сахарного (*Sorghum saccharum*, сорт Волжское 51) и амаранта метельчатого (*Amaranthus cruentus*, сорт Харьковский 1).



Сорго сахарное



Амарант метельчатый (сорт Харьковский 1)

Объектами исследования являлись созревшие семена лоха узколистного (левый берег ерика Калмыцкий, г. Камызяк, сентябрь), лотоса орехо-

носного (мелководье правого берега р. Кизань, август), амаранта метельчатого (г. Камызяк, аптекарский огород Всероссийского научно-исследовательского института орошаемого бахчеводства, октябрь), сорго сахарного (поля крестьянско-фермерского хозяйства Ким Д.Л., с. Икрыное, ноябрь), плоды дурнишника обыкновенного (пастбище крестьянско-фермерского хозяйства «Майское» с. Разночиновка, октябрь). Весь материал собран в 2016 г. Непосредственно перед обработкой семена измельчались до размера частиц 1–3 мм.

Изучение жирнокислотного состава масла семян *Elaeagnus angustifolia* показало [205], что в нем преобладают полиненасыщенные жирные кислоты, главным образом линолевая (55,8%) и олеиновая (21,9%), линоленовая (7,5%) кислоты (табл. 31). Соотношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным составляет 8,06 : 1 (табл. 29). Как в случае данных, полученных китайскими исследователями [221], основными компонентами масла являются линолевая, олеиновая и пальмитиновая кислоты. В то же время особенности жирнокислотного состава масла семян *Elaeagnus angustifolia*, произрастающего в Астраханской области (отсутствие лигноцериновой, эйкозеновой, эйкозановой кислот и присутствие элаидиновой кислоты и микроколичеств гадолеиновой, арахидоновой, бегеновой кислот, а также сквалена), вероятно обусловлено особенностями почвенно-климатических условий произрастания и аллелопатическим влиянием биоценозов.

В масле семян *Xanthium strumarium* также как и в масле лоха узколистного преобладают линолевая кислота, соотношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным ниже и составляет 1.25 : 1 (табл. 32). Помимо жирных кислот в масле семян плодов дурнишника обыкновенного были идентифицированы декадиеналь (3,4%), пропиловый эфир линолевой кислоты (5,7%), 2,5-пентадекадиен-1-ол (0,7%), а также 9-оксононановая кислота (1,5%), относящаяся к оксигенированным кислотам [205].

Таблица 31

Содержание в СКФ-экстрактах жирных кислот и других веществ, %

Растение	Миристиновая кислота 14:0	Пальмитолеиновая кислота 16:1Δ9	Пальмитиновая кислота 16:0	Линолевая кислота 18:2 (9Z, 12Z)	Линоленовая кис- лота 18:3 (9Z, 12Z, 15Z)	Олеиновая кислота 18:1 (9Z)	Элаидиновая кислота 18:1 (9E)	Стеариновая кислота 18:0	Гадолеиновая кислота 20:1 (9Z)	Арахидоновая кис- лота 20:4 (5Z, 8Z, 11Z, 14Z)	Бегеновая кислота 21:0	Сквален	Маргариновая кислота C17:0
Лох узколистный (<i>Elaeagnus angustifo- lia</i>)	–	0,3	8,4	55,8	7,5	21,9	2,3	2,2	0,3	0,4	0,4	0,5	–
Дурнишник обыкно- венный (<i>Xanthium strumarium</i>)	–	0,9	11,2	47,1	–	–	1,3	26,9	–	–	1,2	–	0,1
Лотос орехоносный (<i>Nelumbo nucifera</i>)	0,6	0,6	25,0	47,7	–	13,6	3,7	3,1	–	1,3	4,3	–	–
Амарант метельча- тый (<i>Amaranthus cruentus</i>)	0,2	0,2	22,3	41,1	–	20,9	4,0	3,7	0,1	0,7	–	6,9	–
Сорго сахарное (<i>Sor- ghum bicolor</i> L. Moench.)	0,4	0,4	20,7	39,8	–	27,1	8,5	2,6	0,2	0,3	–	–	–

Таблица 32

Содержание в СКФ-экстрактах насыщенных, мононенасыщенных и полиненасыщенных жирных кислот

Растение	Насыщенные ЖК, %	Мононенасыщенные ЖК, %	Полиненасыщенные ЖК, %	Соотношение ненасыщенных ЖК к насыщенным ЖК
Лох узколистый (<i>Elaeagnus angustifolia</i>)	11,0	24,7	63,8	8,06 : 1
Дурнишник обыкновенный (<i>Xanthium strumarium</i>)	39,4	2,2	47,1	1,25 : 1
Лотос орехоносный (<i>Nelumbo nucifera</i>)	33,1	17,9	49,1	2,03 : 1
Амарант метельчатый (<i>Amaranthus cruentus</i>)	26,1	25,2	41,8	2,57 : 1
Сорго сахарное (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench.)	23,7	36,2	40,1	3,21 : 1

В масле семян лотоса орехоносного (семейство *Nelumbonaceae*) преобладающими ненасыщенными высшими жирными кислотами являются линолевая (47,7%) и олеиновая (13,6%) кислоты (табл. 31). Общее содержание полиненасыщенных жирных кислот достаточно высокое и составляет 49,1% (табл. 32).

В масле семян *Amaranthus cruentus* (табл. 31) общее содержание полиненасыщенных жирных кислот равно 41,8%. Отличительной особенностью масла семян амаранта является высокое содержание сквалена (6,9%).

Общее содержание полиненасыщенных жирных кислот в масле семян *Sorghum bicolor* L. Moench., относящегося к семейству *Poaceae* (Злаки), составляет 40,1% (табл. 32), причем линолевая кислота является основным компонентом масла (39,8%).

Как следует из приведенных экспериментальных данных, наиболее высоким общим содержанием полиненасыщенных жирных кислот (63,8%), а следовательно, и более высоким отношением ненасыщенных жирных

кислот к насыщенным кислотам (8.06 : 1) характеризуется масло семян лопуха узколистного [205]. Масло семян *Elaeagnus angustifolia*, полученное СКФ-экстракцией диоксидом углерода в присутствии сорастворителя – этанола, является перспективным источником незаменимых жирных кислот.

Нами осуществлен поиск оптимальных условий для экстракции жирных кислот диоксидом углерода в сверхкритической среде, а также изучение химического состава масел бахчевых культур [205,224]. Режимы экстракции масла из семян арбуза и тыквы исследовали с использованием экстрактора SFE- 500M1-2-FMC50, фирмы THAR (США). Объектами исследования являлись семена тыквы (сорт «Крошка») и арбуза (сорт «Фотон») урожая 2015 года.

Непосредственно перед обработкой семена измельчались до размера частиц 1–3 мм.

Экстракция проводилась в 500 мл колонке (200 г измельченного сырья) при 40°C, потоке флюида 40 г/мин и варьировании давления и времени. Влияние давления и температуры на выход экстракта представлено в табл. 33.

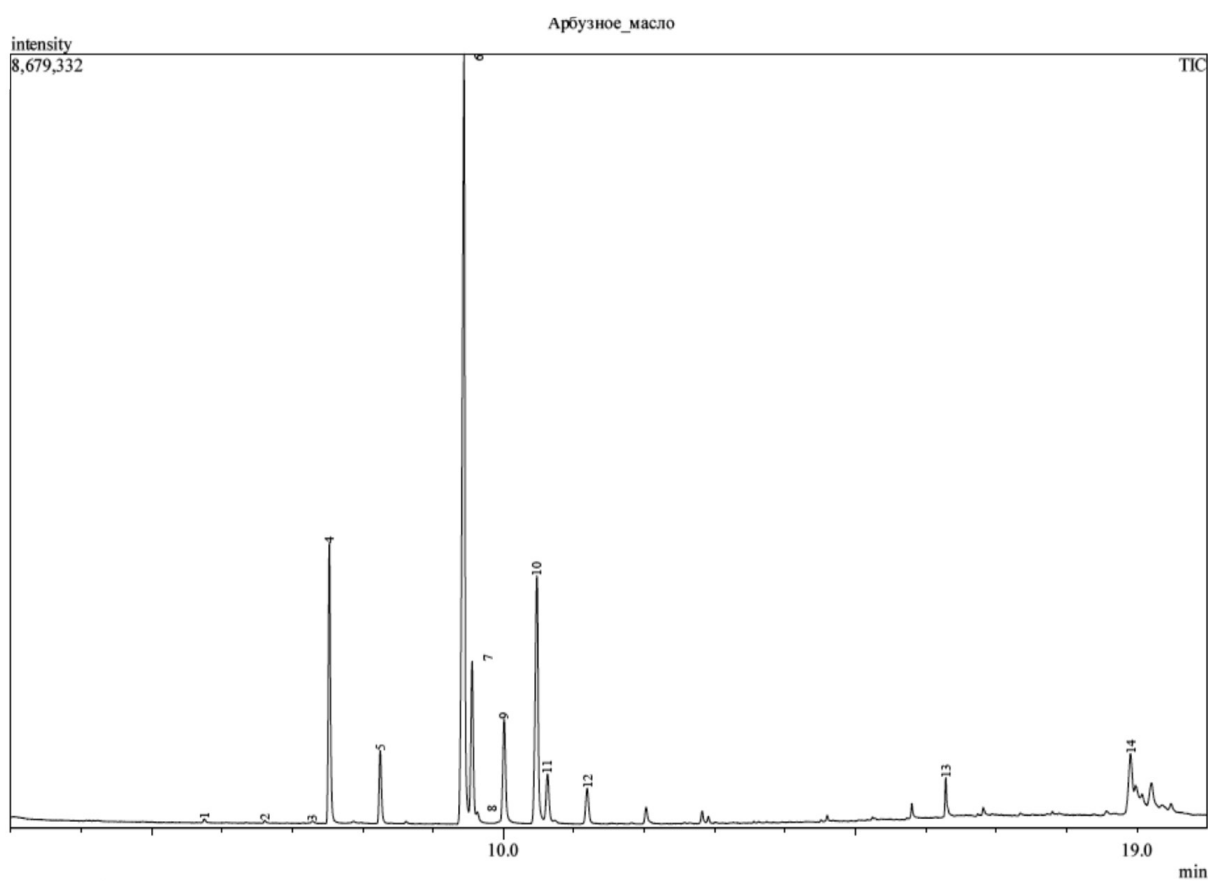
СКФ-CO₂-экстракты представляют собой желтоватую прозрачную маслянистую жидкость с приятным запахом, нерастворимую в воде, малорастворимую в 95 % этиловом спирте и растворимую в эфире и хлороформе. Шрот семян после СКФ-CO₂-экстракции практически не изменился.

Таблица 33

Влияние давления и времени экстракции на выход масла

	Время, мин	Давление, атм.	Выход, %
Арбузноемасло	30	200	14,2
	30	350	19,8
	60	200	17,5
	60	350	20,4
	70	350	20,5
Тыквенноемасло	20	300	18,1
	20	400	19,2
	45	300	22,5
	45	400	22,8

Химический состав масел тыквы и арбуза представлен в табл. 34.



Хроматограмма эфиров жирных кислот арбузного масла, полученного методом СКФЭ-СО₂

Таблица 34

Химический состав масел тыквы и арбуза

№ п/п	Название кислот	Арбуз			Тыква		
		Время удержи- вания компо- нентов, мин*	Содержание, %	Лит. данные, % [192]	Время удержи- вания компонентов, мин*	Содержание, %	Лит. данные, % [192]
1	Тетрадекановая (миристиновая) (C14:0)	5,749	0,21	0,2–0,9	5,784	0,42	< 0,2
2	Пентадекановая (пентадециловая)(C15:0)	6,606	0,14	–	6,647	0,23	–
3	Гексадеценовая (пальмитолеиновая)(C16:1Δ9)	7,287	0,13	–	7,349	0,36	< 0,5
4	Гексадекановая (пальмитиновая) (C16:0)	7,524	15,32	7,6–28,12	7,575	22,39	7,6–28,12
5	15 – метилгексадекановая кислота	–	–	–	8,668	0,24	–
6	9,12-октадекадиеновая (линолевая)(C18:2Δ9,12)	9,438	43,01	45–68,4	9,496	29,28	45–68,4
7	9-оксадеценовая (транс-9- пальмитолеиновая) (C16:1Δ9)	9,553	8,23	–	9,620	10,91	–
8	6-октадеценовая (петроселиновая)(C18:1Δ6)	9,627	0,69	–	9,690	1,49	–
9	Октадекановая (стеариновая) (C18:0)	10,010	6,14	–	10,071	7,12	5,61–9,7
10	9,12-октадикадиен-1-ол	10,474	15,01	–	10,532	5,48	–
11	9- октадеценовая (олеиновая) (C18:1Δ9)	10,625	3,16	9–35,3	10,694	4,52	18–47
12	Этиловый эфир октадекановой (стеа- риновой) (C18:0)	11,189	2,07	–	11,254	0,69	–
13	Арахидоновая кислота C ₂₀ H ₄₀ O ₂	–	–	–	12,947	0,33	–
14	Циклопентан тридекановая кислота C ₁₇ H ₃₂ O ₂	–	–	–	15,266	0,41	–
15	Генейкозановая кислота C ₂₁ H ₄₂ O ₂	–	–	–	15,825	1,11	–
16	Сквален	16,283	1,3	–	16,311	15,02	–
17	Стерол	18,907	4,59	–	–	–	–

Примечание. * Время удерживания приведено для метиловых эфиров соответствующих кислот

Выделение этилового эфира стеариновой кислоты, а также 9,12-октадикадиен-1-ола и стерола связано, вероятно, с использованием этилового спирта в качестве соразтворителя.

Установлено, что химический состав растительных масел представлен широким спектром высших ненасыщенных и насыщенных жирных кислот (табл. 35). Соотношение ненасыщенных кислот к насыщенным составляет 2,32:1 и 2,85:1 соответственно для масел семян арбуза и тыквы.

Таблица 35

Соотношение ненасыщенных и насыщенных кислот масел арбузных и тыквенных семян

Ненасыщенные кислоты	Насыщенные кислоты
Линолевая кислота	Пальмитиновая кислота
Олеиновая кислота	Стеариновая кислота
<i>цис</i> -6-октадеценовая кислота	Миристиновая кислота
Пальмитолеиновая кислота	Пентадециловая кислота
2,32/2,85	1

Жирнокислотный состав масел семян арбуза и тыквы в целом одинаков. Исключение составляет стерол, содержащийся в арбузном масле. Содержание сквалена в тыквенном масле почти в 12 раз больше по сравнению с арбузным, а линолевой кислоты в 2 раза меньше. Однако общее содержание ненасыщенных жирных кислот несколько больше, чем в арбузном.

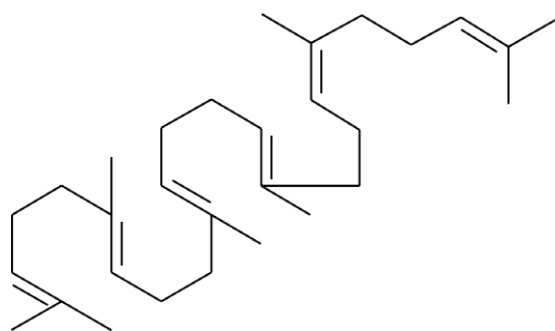
Семена арбуза содержат от 15 до 45 % масла, по физико-химическим свойствам похожего на миндальное масло. Благодаря высокому содержанию витаминов В, С, РР, минералов (цинка и селена), каротина, токоферолов, полиненасыщенных жирных кислот, и других биологически активных веществ, масло обладает лечебно-профилактическими и противовоспалительными свойствами.

Это легкое масло, прекрасно подходящее всем типам кожи. Оказывает питающее, увлажняющее, защитное, регенерирующее, антивозрастное действие. Быстро впитывается, не нарушая клеточное дыхание и не препятствуя естественному выходу токсинов через кожу. Арбузное масло богато ненасыщенными жирными кислотами, прекрасно восстанавливает эластичность кожного покрова и гидролипидный барьер эпидермиса, является эффективным эмоментом, регулирует производство кожного сала. Подходит для ухода за волосами, увлажняя их и не засаливая, оно очень хорошо подходит для детской кожи.

Арбузное масло рекомендовано для профилактики мочекаменной болезни; изменяя физико-химический состав мочи, масло устраняет причину образования кальциево-оксалатных камней в почках и способствует растворению ранее образованных камней.

Содержит большое количество селена и цинка, благодаря чему нормализует деятельность предстательной железы, препятствует ее воспалению (простатит), резко снижает вероятность перехода аденомы простаты в злокачественную опухоль, усиливает сперматогенез [226].

Характерной особенностью арбузного и тыквенного масел является наличие в них сквалена. Это ценный компонент, который содержится также в печени акулы и амарантовом масле, и некоторых других маслах. Он необходим организму человека, т.к. проявляет антиканцерогенное, антимикробное и фунгицидное действие.



Структурная формула сквалена

Доказано, что дефицит кислорода и окислительные повреждения клеток являются главными причинами старения организма, а также возникновения и развития опухолей. Сквален, попадая в организм человека, насыщает клетки кислородом и тем самым защищает клетки от кислородного голодания.

Сквален – это природный ненасыщенный углеводород тритерпенового ряда, принадлежащий к группе каротиноидов [227-230].

Тыквенное масло активно применяется в качестве биологически активной добавки, как источник жирных кислот и полезных компонентов – витаминов и минеральных солей [231-233]. Высокое содержание токоферолов (витамина Е), имеющиеся в составе масла каротиноиды, фосфолипиды, витамины В1, В2, С, Р, К [234], флавоноиды так же, как ненасыщенные и полиненасыщенные жирные кислоты позволяют активно использовать масло в качестве антиоксиданта [235], средства для снижения риска сердечно-сосудистых заболеваний и предотвращения возникновения хронических заболеваний органов пищеварения и печени.

Тыквенное масло используется в качестве косметического средства и входит в состав косметики в качестве источника насыщенных и полиненасыщенных жирных кислот, витаминов и минеральных компонентов [236].

Известны 23 вида хлопчатника, четыре из которых культивируются (*G. Arboreum* L., *G. Herbaceum* L., *G. hirsutum* L. и *G. barbadense* L.). Хлопковое масло традиционно получают выжиманием из семян хлопчатника *Gossipium hirsutum*. Выход масла в среднем составляет 30%. При традиционном способе получения масла необходимо предварительно очищать семена от минеральных и органических примесей путем обработки семян водой и паром до оптимальной влажности 10-12% с последующим обрушением оболочки семян в дисковых или ножевых шелушителях [237]. В состав хлопкового масла, полученного выжиманием из семян хлопчатника, входят: линолевая (40-55%), олеиновая (15-35%), пальмитиновая (12-24%)

и другие ЖК [237]. Кроме того, свежавыжатое масло имеет неприятный запах и вкус, красновато-бурый цвет, содержит до 2% смолистых, белковых, красящих веществ, в частности госсипол, который накапливается в основном в клетках семенного ядра и обладает высокой токсичностью, госсипурин, а также много свободных жирных кислот.



Хлопчатник

Известен способ получения хлопкового масла экстракцией измельченных семян хлопка с помощью низкокипящей фракции петролейного эфира (40-50 °С) [238]. В состав хлопкового масла, полученного данным способом, входят следующие жирные кислоты: миристиновая (0,5-1,0%), пальмитиновая (21,8-26,7%), пальмитолеиновая (0,5-1,8), стеариновая (2,7-4,2%), олеиновая (16,0-36,0) и линолевая (35,4-54,5%). Содержание свободного госсипола в масле для различных видов хлопчатника составляет от 0,00 до 9,3%.

Нами предложен способ получения масла из семян *Gossipium hirsutum* (Хлопчатник, сорт АС-4 предоставлен ВНИИОБ, г. Камызяк Астраханская обл.), отличающегося отсутствием токсичного полифенола – госсипола.

Масло из семян *Gossipium hirsutum* (Хлопчатник, сорт АС-4) получали методом сверхкритической флюидной экстракции с использованием диоксида углерода в качестве экстрагента (поток флюида 40 г/мин) и варьировании условий проведения процесса: давления (300-350 атм), температуры (40-45 °С) и продолжительности экстракции (60-70 мин).

Использование диоксида углерода в качестве экстрагента позволяет сократить некоторые стадии в технологии рафинации масел, в частности, стадию гидратации, необходимой для удаления из масел белков и фосфолипидов. Так как фосфолипиды и белки нерастворимы в сверхкритическом диоксиде углерода, они не попадают в состав экстрактов, получаемых методом СФЭ. С помощью подбора необходимых условий экстракции – параметров сверхкритического флюида, температуры и давления – можно снизить содержание в нерафинированном масле остальных примесей, от которых его очищают при рафинации (например, от восков и растительных пигментов).

Для получения масла семена хлопчатника *Gossipium hirsutum* (хлопчатник, сорт «АС-4») сушили, измельчали и загружали в сверхкритический флюидный экстрактор (СКФ-экстрактор) и экспериментально оптимизировали условия процесса. Найдены оптимальными условия экстракции: температура 40-45 °С, скорость потока флюида 40 г/мин, давление 300-350 атм и продолжительность 60-70 мин.

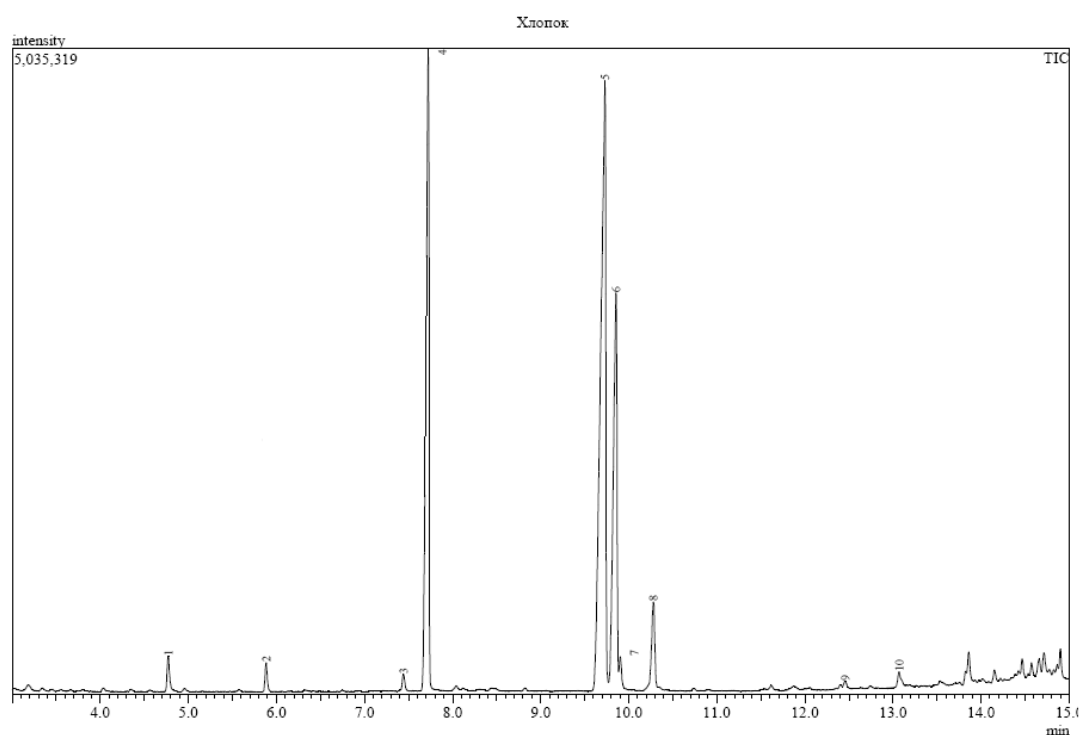
Полученное методом сверхкритической флюидной углекислотной экстракции масло семян *Gossipium hirsutum* (хлопчатник, сорт «АС-4») характеризуется отношением содержания ненасыщенных ЖК к содержанию насыщенных ЖК, которое составляет 1.96, кислотным числом 1,4 мг КОН, отсутствием токсичного полифенола – госсипола и жирнокислотным составом, представленным в табл. 36.

Таблица 36

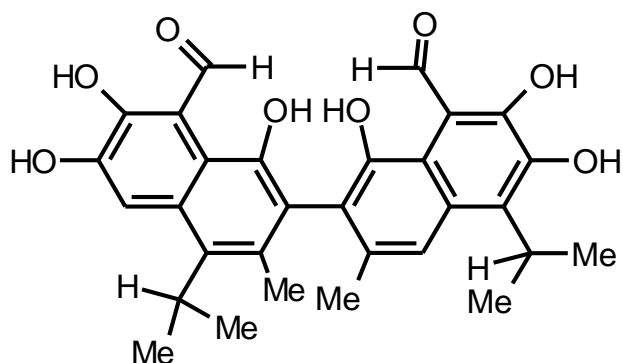
Жирнокислотный состав масла семян *Gossipium hirsutum* L. (сорт АС-4)

Жирная кислота	Содержание, масс %
Линолевая кислота (C18:2Δ9,12)	43,36
-Пальмитиновая кислота (C16:0)	26,48
Олеиновая кислота (C18:1Δ9)	20,47
Стеариновая кислота (C18:0)	4,26
Додекановая кислота (C12:0)	1,27
<i>цис</i> -Октадеценовая кислота (C18:1Δ6)	1,24
Миристиновая кислота (C14:0)	0,93
Арахидовая кислота (C20:0)	0,85
Пальмитолеиновая кислота (C16:1Δ9)	0,65
7,10,13-Эйкозатриеновая кислота (C20:3Δ7,10,13)	0,49

Хроматограмма масла после дериватизации жирных кислот (ЖК) ди-азометаном представлена ниже.

**Хроматограмма масла семян *Gossipium hirsutum* L. (сорт АС-4)**

Госсипол – природный полифенол, жёлтый пигмент, получаемый из хлопчатника (лат. *Gossypium*), ингибитор ряда ферментов-дегидрогеназ.



Госсипол

Будучи токсичным, госсипол придает хлопку устойчивость к насекомым, в результате чего сорта с низким содержанием госсипола подвергаются значительному повреждению. С другой стороны, госсипол оказывает кумулятивное токсическое действие на моногастральных и жвачных животных.

Неблагоприятное воздействие госсипола на репродуктивную функцию человека впервые было выявлено у людей в Китае в 1930-1940-х годах [239].

Определение свободного госсипола в хлопковом масле проводили согласно методике межгосударственного стандарта 13979.11-83 [240], а также анилиновым способом, основанном на образовании нерастворимого дианилингоссипола [241]. Установлено, что хлопковое масло, полученное методом СКФ-экстракции с помощью жидкого CO_2 , практически не содержит госсипола. (табл. 37).

Таблица 37

Кислотное число хлопкового масла и содержание госсипола

Кислотное число хлопкового масла, мг КОН	Содержание госсипола, % по ГОСТ 13979.11-83	Содержание госсипола при определении анилиновым способом
1,4	0,001	отсутствует

Таким образом, масло семян *Gossypium hirsutum*, полученное методом сверхкритической углекислотной экстракции, характеризуется отсутствием госсипола [242].

В Астраханской области практически повсеместно произрастает шелковица *Morus nigra*.



Шелковица черная (*Morus nigra*)

В работе [243] показано, что при экстракции масла из семян *Morus nigra* гексаном, отношение содержания ненасыщенных кислот к насыщенным составляет в среднем 5,0.

Нами изучена возможность получения масла из семян *Morus nigra* методом сверхкритической флюидной экстракции [244]. Объектами исследования являлись семена Шелковицы черной (*Morus nigra*) сбора 2012 года. Ягоды шелковицы одинаковой формы и окраски собирали вдоль ерика Избной в окрестностях села Ильинка Икрянинского района Астраханской области. Ягоды собирались вручную и транспортировались в лабораторию в переносном холодильнике, где поддерживалась температура 4 ± 1 °C в течение 2-х ч. Семена отделяли от ягод, сушили при 50 °C в вакууме, измельчались на лабораторной мельнице и далее загружались в СКФ-экстрактор. Экстракция проводилась в 500 мл колонке (200 г сырья) СКФ-

экстрактора (THAR, США) при 40 °С, потоке флюида 40г/мин и варьировании давления и времени.

СКФ-СО₂-экстракт представлял собой слегка желтоватую прозрачную маслянистую жидкость с приятным запахом, нерастворимую в воде, малорастворимую в 95% этиловом спирте и растворимую в эфире и хлороформе. Шрот семян после СКФ-СО₂-экстракции практически не изменился.

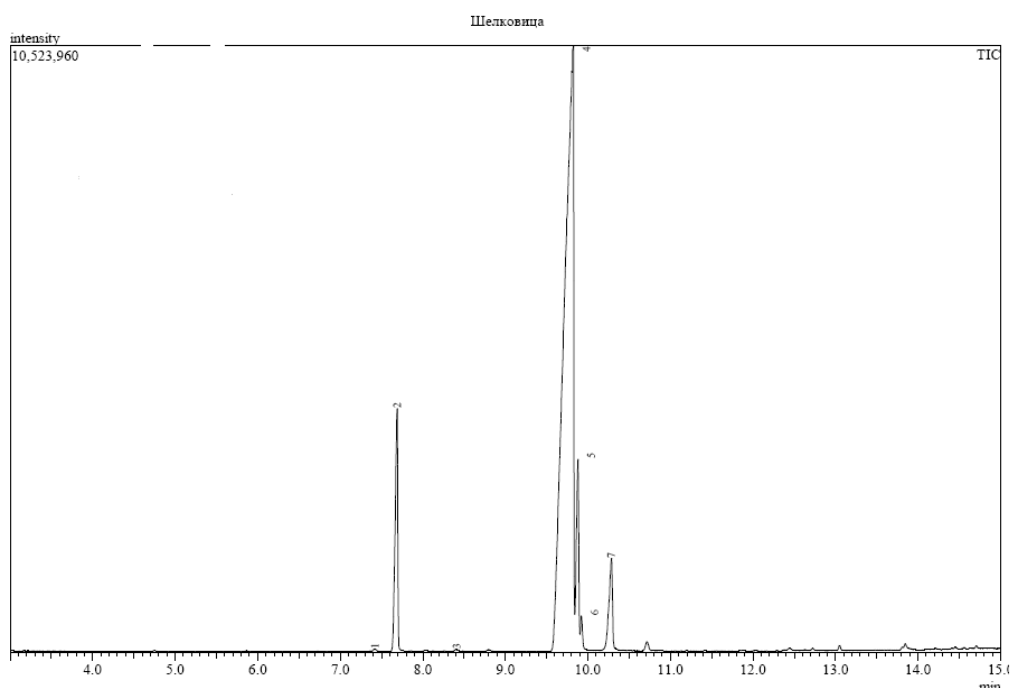
Определение жирных кислот в масле *Morus nigra* осуществляли методом хромато-масс-спектрометрического анализа после их превращения в соответствующие метиловые эфиры при обработке диазометаном. Эфирный раствор диазометана получали из N-нитрозо-N-метилмочевины по известной методике [193]. Результаты определения содержания жирных кислот в виде метиловых эфиров в масле семян *Morus nigra* представлены в табл. 38.

Таблица 38

**Содержание метиловых эфиров жирных кислот в масле семян
*Morus nigra***

Жирная кислота	Время удерживания, мин	Содержание, %
Пальмитолеиновая кислота (C16:1Δ9)	7,42	0,12
Пальмитиновая кислота (C16:0)	7,69	8,78
Линолевая кислота (C18:2Δ9,12)	9,79	78,97
Олеиновая кислота (C18:1Δ9)	9,87	6,50
<i>цис</i> -Октадеценовая кислота (C18:1Δ6)	9,94	1,01
Стеариновая кислота (C18:0)	10,72	4,63

Хроматограмма масла после дериватизации жирных кислот диазометаном представлена ниже.



Хроматограмма масла семян *Morus nigra*

Отношение ненасыщенных жирных кислот к насыщенным составляет 6,5.

Таким образом, масло семян *Morus nigra*, полученное методом сверхкритической углекислотной экстракции, характеризуется повышенным содержанием ненасыщенных ЖК [244].

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить качественный и количественный химический состав масел семян некоторых дикорастущих и культивируемых растений Астраханской области.

Перец сладкий

Перец сладкий (*Capsicum annuum* subsp. *Grossum*) подвид перца стручкового (*Capsicum annuum* L.) – ценная овощная поливитаминная культура, многолетний полукустарник семейства пасленовых, культивируется как однолетнее растение во всех странах мира – в южных, умеренных, субтропических и тропических широтах всех континентов. Стебель высотой от 25 см до 2 м, в начале вегетации травянистый, к периоду созревания

плодов древеснеющий у основания. Листья простые, черешковые, гладкие, яйцевидные, с заостренной вершиной, от светло- до темно-зеленых. Цветки белые, по 1-2 или пучками расположены у основания разветвления каждого побега. Плод – 2- или 4-гнездная многосемянная ложная ягода массой 10-300 г, от томатовидной до хоботообразной (у районированных сортов преимущественно конусо- и призмовидная, гладкая или слабоволнистая), в технической спелости от желтой до темно-зеленой, в биологической – от оранжевой до темно-красной. Семена мелкие, плоскоокруглые, светло-желтые.

Из сладких сортов перца наиболее широко распространены: Болгарский, Подарок Молдовы, Ласточка, из острых – Астраханский и Украинский горький.

Растение очень требовательно к условиям возделывания (свету, теплу, влаге, почве). Оптимальная температура 20-23°C. Перец очень светолюбив, при недостатке света растения вытягиваются, у них опадают бутоны и завязи, желтеют листья. Лучшей для культуры является влажность почвы 70–80% от полной полевой влагоемкости. Наиболее высокие урожаи перец дает на супесчаных и легкосуглинистых черноземах при обильном внесении органических и минеральных удобрений, кислотность почвы должна быть в пределах 6–6,6. У перца длинный вегетационный период (от появления всходов до начала технической спелости 95–140 дней, биологической 120-160 дней), поэтому выращивают его в основном рассадой. Уход – систематические рыхления почвы, прополки, подкормки, борьба с вредителями и болезнями. В северных районах страны перец выращивают в теплицах.

В плодах перца сладкого содержатся углеводы (фруктоза, глюкоза, сахароза, крахмал, пектин, клетчатка), белки; флавоноиды (кверцетин, апигенин, лютеолин, обладающие Р-витаминной активностью), витамины: С (до 500 мг%), β-каротин (до 3,8 мг%), Р, В₁, В₂, эфирное масло (1,5%), сте-

роидные сапонины, алкалоид – капсаицин (до 0,7%, придает жгучий вкус плодам), макроэлементы – калий, фосфор, магний, кальций, натрий и др. [245, 246]. Плоды обладают высокой витаминной и питательной ценностью, лечебными свойствами, их используют для создания фармацевтических препаратов. Известно [245], что перец сладкий входит в число продуктов, являющихся природным профилактическим средством от невралгии, его следует употреблять при бессоннице и нарушениях памяти. Регулярное употребление болгарского перца способствует укреплению стенок кровеносных сосудов и увеличению их эластичности, препятствует возникновению тромбоза, предотвращает возникновение злокачественных заболеваний. Сладкий перец является антиоксидантным и антигистаминным средством, показан людям с сахарным диабетом, с заболеваниями кожи. Плоды перца сладкого используют как в свежем, так и переработанном виде: порошок из сушеных плодов перца сладкого представляет витаминный концентрат, содержащий более 1000 мг аскорбиновой кислоты на 100 г массы, используется в мясоперерабатывающей, консервной, фармацевтической, парфюмерной, ликероводочной промышленности, для приготовления кондитерских и хлебобулочных изделий.

В ходе переработки плодов перца сладкого остаются семена. Согласно литературным данным [247,248], биохимический состав семян перца сладкого разных сортов представлен высоким содержанием белка (от 13,8 до 28,3%, в том числе незаменимыми аминокислотами – лизином, треонином, ароматическими аминокислотами и триптофаном), углеводами (3,2-3,4%), клетчаткой (до 46%), в составе липидных компонентов присутствуют свободные (до 9,2%) и связанные (до 86,9%) кислоты, токоферолы (до 22 мг%), каротиноиды (до 3,8 мг%), фосфолипиды (до 5,5%).

Семена перца сладкого не принято использовать в пищу, однако, это доступное сырье может служить перспективным продуктом для пищевой, медицинской, фармацевтической и технической отраслей промышленно-

сти как источник белков, жиров, углеводов, клетчатки, незаменимых жирных кислот и ценных биологически активных веществ [248].

В.А. Попков с соавт. [249] методом хромато-масс-спектрометрии установили жирнокислотный состав масла семян сладкого перца нескольких сортов. Жирнокислотный состав был установлен с помощью метода хромато – масс - спектрометрии путем сравнения спектров и времен удерживания со стандартными образцами. Жирнокислотный состав фракций свободных и связанных кислот исследовали методом хромато – масс – спектрометрии метиловых эфиров, полученных путем исчерпывающего метилирования диазومتаном соответствующих фракций. Полученные данные позволили оценить масло семян перца как полувывсыхающее, с высоким содержанием эссенциальной линолевой кислоты и умеренным содержанием суммарных токоферолов. Преобладающими высшими ненасыщенными жирными кислотами масла являются линолевая (до 69,6%), пальмитиновая (до 27,4%), олеиновая (до 19,5%), стеариновая (до 6,4%). В образцах масла также обнаружили миристиновую, 13- метилтетрадекановую, пентадекановую, 14-метилпентадекановую, пальмитолеиновую, 14-метилгексадекановую, маргариновую, арахиновую, линоленовую, бегеновую, трикозановую, лигноцериновую, пентакозановую, церотиновую кислоты, вклад которых составил от 0,05 до 1,0%. По мнению авторов, высокое процентное содержание неомыляемого остатка может поставить масло перца по ранозаживляющим и противоаллергическим свойствам в один ряд с облепиховым маслом и маслом из зародышей пшеницы [249].

В литературе представлены результаты фармакологических исследований жирных кислот разных растений [250,251,252]. Изучена антиоксидантная активность сложных эфиров жирных кислот перца стручкового (*Сápsicum ánnuum*) на основе измерения степени свободнорадикального окисления метиллинолеата (методом ВЭЖХ измеряли образование гидропероксидов метиллинолеата) [250]. Выявлена антимикробная активность

олеиновой и линолевой кислот и найдены минимальные ингибирующие концентрации фракций жирных кислот (0,25–2 мг/мл) для двенадцати эталонных штаммов бактерий и дрожжей, которые показывают большую чувствительность бактерий к линолевой кислоте. Отмечен синергический антимикробный эффект олеиновой и линолевой кислот [251]. Обнаружена высокая способность липидных фракций улавливать радикал DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил), что дает возможность рассматривать их в качестве антиоксидантов [252].

Объектом нашего исследования явились семена перца сладкого сорта «подарок Молдовы», извлеченные из спелых плодов, выращенных на дачном участке вдоль ерика Перекатного города Астрахани. При изучении биохимического состава семян перца сладкого сорта «Подарок Молдовы» выявили следующие показатели: содержание белка в водном экстракте семян составило 24,6%; сумма свободных аминокислот – 4,3% в пересчете на кислоту глютаминовую и абсолютно сухое сырье; содержание жира составило 14,2%; клетчатки – 6,8%; сумма восстанавливающих и невосстанавливающих сахаров – 4,8% (восстанавливающих – 3,6%, сахарозы – 1,2%). Суммарное содержание алкалоидов, в семенах перца сорта «Подарок Молдовы» составило 1,6%, аскорбиновой кислоты – 2,6%.

Из семян сладкого перца сорта «подарок Молдовы» методом сверхкритической флюидной экстракции получили образец растительного масла. Масло из семян перца сладкого сорта «Подарок Молдовы» представляет собой желтую, прозрачную, вязкую жидкость с приятным характерным запахом овоща, с выходом 14%. При проведении исследования жирнокислотного состава образца масла методом хромато-масс спектрометрии идентифицированы линолевая (71,65%), пальмитиновая (13,87%), олеиновая (9,26%), стеариновая (3%) кислоты. Обнаружены также элаидиновая (1,96%) и гексадеценовая (0,26%) кислоты (таблица 39).

Таблица 39

**Содержание жирных кислот в СКФ-экстрактах семян перца сладкого
сорта «Подарок Молдовы»**

Растение	Жирные кислоты	Содержание от цельного масла, %
Сладкий перец (<i>Capsicum annuum</i> subsp. <i>Grossum</i>) сорта «Подарок Молдовы»	гексадеценовая	0,26
	пальмитиновая	13,87
	линолевая	71,65
	олеиновая	9,26
	элаидиновая	1,96
	стеариновая	3,00
	Итого	100 %

Семена перца сладкого сорта «Подарок Молдовы» могут служить источником получения масла, компоненты которого успешно применяют в фармацевтике для предотвращения или при лечении разных заболеваний, а также в пищевой промышленности.

Список литературы

1. Пилипенко В.Н. Современная флора и динамика растительности дельты Волги. Автореф. дис. д.б.н. – Астрахань: Астраханский государственный университет, 2004. – 44 с.
2. Лактионов А.П. Флора Астраханской области: монография. – Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет». 2009. – 296 с.
3. Правила сбора и сушки лекарственных растений. М., 1985. – 321 с.
4. Горяев М.И., Плива И. Методы исследования эфирных масел. Алма-Ата, 1962. – 751 с.
5. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск, 2008. – 969 с.
6. Великородов А.В., Ковалев В.Б., Тырков А.Г., Дегтярев О.В. Изучение химического состава и противогрибковой активности эфирного масла *Lophanthus Anisatum Benth* // *Химия растительного сырья*. – 2010. – №2. – С. 143–146.
7. Великородов А.В., Пилипенко В.Н., Пилипенко Т.А., Тырков А.Г. Изучение химического состава эфирного масла *Tamarix Ramosissima* // *Химия растительного сырья*. – 2017. – №4. – С. 117–120. DOI: 10.14258/jcprtm.2017042041
8. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейство *Asteraceae*. - СПб., 1993. –С.43–45.
9. Черепанов С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). СПб.: Мир и семья, 1995. – 992 с.
10. Орлова Ю.В. Экофизиологическая характеристика *Artemisia lerchiana* Web. в условиях Нижнего Поволжья. Автореф. дис. к.б.н. – М.: Моск. гос. ун-т. им. М.В. Ломоносова, 2009. – 24 с.
11. Великородов А.В., Морозова Л.В., Пилипенко В.Н., Ковалев В.Б. Химический состав эфирного масла четырех эндемичных видов полыни Астраханской области: *Artemisia lerchiana*, *Artemisia santonica*, *Artemisia arenaria* и *Artemisia austriaca* // *Химия растительного сырья*. – 2011. – №4. – С. 115–120.
12. Velikorodov A.V., Kovalev V.B., Nosachev S.B., Tyrkov A.G., Pitelina M.V., Shchepetova E.V. Chapter 15. The Chemical Composition of Essential Oils from Wild-Growing and Introduced Plants of the Astrakhan Region in book “*Chemistry and Technology of Plant Substances: Chemical and Biochemical Aspects*” Ed. Kutchin, A., Shishkina, L., Weisfeld, L. New York: Apple Academic Press, 2017. – P. 309-335. <https://www.crcpress.com/link/link/p/book/9781771885607>
13. Ханина М.А., Серых Е.А., Покровский М.М., Ткачев А.В. Новые данные по химическому составу эфирного масла *Artemisia absinthium* L.

- Сибирской флоры // *Химия растительного сырья*. – 2000. – №3. – С. 33–40.
14. Ekier H., Świątkowska J., Klin P., Rzepiela A., Szopa A. *Artemisia annua* – importance in traditional medicine and current state of knowledge on the chemistry, biological activity and possible applications // *Planta Med.* – 2021. – Vol. 87. – P. 584–599. DOI: 10.1055/a-1345-9528
 15. Anibogwu R., Jesus K., Pradham S., Pashikanti S., Mateen S., Sharma K. Extraction, isolation and characterization of bioactive compounds from *Artemisia* and their biological significance: A review // *Molecules*. – 2021. – Vol. 26. – P. 6995. DOI: 10.3390/molecules26226995
 16. Ханина М.А., Серых Е.А., Покровский М.М., Ткачев А.В. Результаты химического исследования *Artemisia gmelinii* Web. Et Stechm. флоры Сибири // *Химия растительного сырья*. – 2000. – №3. – С. 77–84.
 17. Великородов А.В., Лактионов А.П., Носачев С.Б. Химический состав эфирного масла полыни таврической, произрастающей в Астраханской области // *Химия растительного сырья*. – 2023. – №4. – С.335–342. DOI: 10.14258/jcprm.20230411919
 18. Алякин А.А., Ефремов А.А., Ангаскиева А.С., Гребенникова В.В. Химический состав эфирных масел *Artemisia absinthium* L. и *Artemisia vulgaris* L., произрастающих на территории Красноярского края // *Химия растительного сырья*. – 2011. – №3. – С. 123–127.
 19. Левина Ф.Я. Новые данные к ареалу полыни *Artemisia taurica* Willd. // *Ботанический журнал*. – 1963. – Т. 48. – №3. – С. 422–426.
 20. Сафронова И.Н. Фитоэкологическое картографирование Северного Прикаспия // *Геоботаническое картографирование*. – 2002. – № 2001-2002. – С. 44–65.
 21. Сафронова И.Н. Общие закономерности растительного покрова Богдинско-Баскунчакского заповедника // *Состояние и многолетние изменения природной среды на территории Богдинско-Баскунчакского заповедника: монография*. Волгоград: Царицын, 2012. – С. 103–128.
 22. Сафронова И.Н. Полынные в растительном покрове степной зоны на Прикаспийской низменности // *Экология и география растений и растительных сообществ: материалы IV Международной научной конференции*. Екатеринбург, 2018. – С. 860–863.
 23. Kurşat M., Civelek S., Sancar P.Y., Turkoglu I. *Artemisia taurica* Willd. Var. *vanensis* Kursat & civelek (Asteraceae: Anthemideae), a new variety from Eastern Anatolia of Turkey // *Biol. Divers. Conservation*. – 2018. – Vol. 11. – P. 106–114.
 24. Tabur S., Kurşat M., Öney S., Özmen S., Civelek Ş. New or rare data on chromosome numbers and karyomorphology of some taxa in the subgenus *Seriphidium* (Bess.) Rouy. (*Artemisia*, *Asteraceae*) in Turkey // *Caryologia*. – 2014. – Vol. 67. – P. 305–313. DOI:

10.1080/00087114.2014.976092

25. Леонова Т.Г. Род Полынь – *Artemisia* L. // Флора Европейской части СССР. СПб., 1994. – Т. VII. – С. 150–174.
26. Логвиненко И.Е., Логвиненко Л.А. Интродукция лекарственных растений на Украине // *Бюллетень главного ботанического сада*. – 2003. –Т. 186. – С. 4–6.
27. Kechatova N.A., Rybalko K.S., Sheichenko V.I., Tolstykh L.P. Sesquiterpene lactones from *Artemisia taurica* // *Chem. Nat. Compd.* – 1968. –Vol. 4. – P. 177–178. DOI: 10.1007/BF00571127
28. Smirnov P.N., Kechatova N.A. Polarographic determination of tauremesin in *Artemisia taurica* // *Chem. Nat. Compd.* – 1968. – Vol. 4. – P. 179–181. DOI: 10.1007/BF00571128
29. Rybalko K.S., Dolejš L. On Terpenes. CXXXII. Structure of tauremisin, a sesquiterpenic lactone odsantonine type from *Artemisia taurica* Willd. // *Coll. Czechoslov. Chem. Commun.* – 1961. – Vol. 25. – P. 2909–2915.
30. Тимашева Л.А., Пехова О.А., Данилова И.Л. О качестве эфирного масла полыни таврической (Крымской) // *Естественные и математические науки в современном мире*. – 2015. – №9(33). – С. 56–66.
31. Khodakov G.V., Kotikov I.V. Component composition of essential oil from *Artemisia taurica* // *Chem. Nat. Comp.* – 2008. – Vol. 44. – P. 261–262. DOI: 10.1007/s10600-008-9033-z
32. Bayramoglu M., Candan F. Antioxidant properties of volatile oils obtained from *Artemisia taurica* Willd. and *Salvia kronenburgii* Rech. Fil. plants and their effects on xanthine oxidase // *African J. Biothechnol.* –2014. – Vol. 13. –P. 683–692. DOI: 10.5897/AJB2013.13205
33. Mohajan M., Kuiry R., Pal P.K. Understanding the consequence of environmental stress for accumulation of secondary metabolites in medicinal and aromatic plants // *J. Appl. Res. Med. Aromatic Plants.* – 2020. –Vol. 18. –P. 100255. DOI: 10.1016/j.armap.2020.100255
34. Sultanova N., Makhmoor T., Abilov Z.A., Parween Z., Omurkamzinova V.B., Atta-ur-Rahman, Iqbal Choudhary M. Antioxidant and antimicrobial activities of *Tamarix ramosissima* // *J. Ethnopharmacology.* –2001. –Vol. 78. – № 2-3. – P.201–205. Doi:10.1016/S0378-8741(01)00354-3
35. Choi D.W., Leininger Muller B., King Y.C., Leroy P., Wellman M. Differential role of CYP2E1 binders and isoniazid on CYP2E1 protein modification in NADPH-dependent microsomal oxidative reactions: Free radical scavenging ability of isoniazid // *Free Rad. Res.* – 2002. – Vol.36. – №. 8. – P. 893–903. DOI:10.1080/1071576021000005339
36. Fujita Y., Uehara I., Morimoto Y., Nakashima M., Hatano T. Studies on inhibition mechanism of autooxidation by tannins and flavonoids. II. Inhibition mechanism of caffee tannins isolated from leaves of *Artemisia* species on lipoxygenase dependent lipid peroxidation // *Yakugaku Zasshi.* –

1998. – Vol. 108. – №. 2. – P. 129–135.
37. Yu L., Scanlin L., Wilson J., Schmidt G. Rosemary extracts as inhibitors of lipid oxidation and color change in cooked turkey products during refrigerated storage // *J. Food Sci.* – 2002. – Vol.67. – №. 2. – P. 582–585. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb10642.x
 38. Singleton V.L., Rossi J.A.J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents // *Am. J. Enology and Viticulture.* – 1965. – Vol. 16. – №. 3. – P. 144–158.
 39. Naija D.S., Bouzidi A., Boussaada O., Helal A.N., Ali Mahjoub A., Echafai N., Mighri Z. The antioxidant and free-radical scavenging activities of *Tamarix boveana* and *Suaeda fruticosa* fractions and related active compound // *Eur. Sci. J.* – 2014. – Vol. 10. – №. 18. – P. 201–219.
 40. Цибизова А.А. Изучение мембраностабилизирующей активности экстракта *Tamarix ramosissima* // *Тенденции развития науки и образования.* – 2022. – № 81-6. – С.26–28. DOI: 10.18411/trnio-01-2022-2015.
 41. Умерова Г.Н., Цибизова А.А., Ахадова А.А., Киселева А.А., Сальникова Д.А. Регенераторная активность экстракта *Tamarix ramosissima* // Матер. XXXIII Всерос. научно-практ. конф. В 2-х частях. Часть 1. «Гуманитарные, естественно-научные и технические аспекты современности». – Ростов-на-Дону: ООО «Изд-во ВВМ» (С.-Петербург), 2021. – С. 134–138.
 42. Saïdana D., Mahjoub M.A., Boussaada O., Chriaa J., Chéraif I., Daami M., Mighri Z., Helal A.N. Chemical composition and antimicrobial activity of volatile compounds of *Tamarix boveana* (*Tamaricaceae*) // *Microbiol. Res.* – 2008. – Vol. 163. – №. 4. – P. 445–455. DOI: 10.1016/j.micres.2006.07.009
 43. Agrawal P. K. Hentriacontan-7-ol and hentriacont-7Z-ene from *Tamarix dioica* // *Planta Med.* – 1991. – Vol. 57. – №. 4. – P. 397. DOI: 10.1055/s-2006-960131
 44. Merfort I., Buddrus J., Nawwar M. A. M., Lambert J. A triterpene from the bark of *Tamarix aphylla* // *Phytochemistry.* – 1992. – Vol. 31. – №.11. – P. 4031–4032. DOI: 10.1016/S0031-9422(00)97580-0
 45. Ji L., Xu Z., Pan J., Yang J. GC- MS analysis of constituents of essential oil from twigs and leaves of *Tamarix Chinensis* Lour // *Zhongguo Zhong Yao Za Zhi.* – 1997. – Vol. 22. – № 6. – P.360–362.
 46. Duru M.E., Cakir A., Harmandar M., Izumi S., Hirata T. The volatile constituents of *Stachys athorecalyx* C. Kotch. from Turkey // *Flavour Fragr. J.* – 1999. – Vol. 14. – P. 12–14.
 47. Senatore F., Formisano C., Rigano D., Piozzi F., Rosselli S. Chemical Composition of the Essential Oil from Aerial Parts of *Stachys palustris* L. (Lamiaceae) Growing Wild in Southern Italy // *Croat. Chem. Acta.* – 2007. – Vol. 80. – №.1. – P. 135–139.

48. Jerkovic I., Gugic M., Males Z., Pilepic K.H. Chemical composition of the essential oil from *Stachys serotina* // *Chem. Nat. Comp.* – 2012. – Vol. 48. – №. 3. – P. 508–509. DOI: 10.1007/s10600-012-0292-3
49. Jahantab E., Morshedl M.R., Maggi F. Essential oil variability in *Stachys pilifera* Benth. populations: a narrow endemic species of Iran // *Nat. Prod. Res.* – 2019. – P. 1–5. DOI: 10.1080/14786419.2019.1682580
50. Ramak P., Talei G.R. Chemical composition, cytotoxic effect and antimicrobial activity of *Stachys koelzii* Rech.f. essential oil against periodontal pathogen *Prevotella intermedia* // *Microbial Pathogenesis.* – 2018. – Vol. 124. – P. 272–278. DOI: 10.1016/j.micpath.2018.08.010
51. Dowlatabadi R., Mirza M. Chemical composition of the essential oils of *Stachys atherocalyx* and *S. sylvatica* from Iran // *Chem. Nat. Comp.* – 2009. – Vol. 45. – №. 5. – P. 742–744.
52. Renda G., Bektaş N.Y., Korkmaz B., Çelik G., Sevgi S., Yaylı N. Volatile Constituents of Three *Stachys* L. Species from Turkey // *Marmara Pharm. J.* – 2017. – Vol. 21. – № 2. – P. 278–285. DOI: 10.12991/marupj.300353
53. Grujic-Jovanovic S., Skaltsa H.D., Marin P., Sokovic M. Composition and antibacterial activity of the essential oil of six *Stachys* species from Serbia // *Flavour Fragr. J.* – 2004. – Vol. 19. – P. 139–144. DOI: 10.1002/ffj.1275
54. Vundac V.B., Pfeifhofer H.W., Brantner A.H., Males Z., Plazibat M. Essential oils of seven *Stachys* taxa from Croatia // *Biochem. Syst. Ecol.* – 2006. – Vol. 34. – P. 875–881. DOI: 10.1016/j.bse.2006.04.010
55. Conforti F., Menichini F., Formisano C., Rigano D., Senatore F., Arnold N.A., Piozzi F. Comparative chemical composition, free radical-scavenging and cytotoxic properties of essential oils of six *Stachys* species from different regions of the Mediterranean Area // *Food Chem.* – 2009. – Vol. 116. – P. 898–905. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.03.044
56. Venditti A., Frezza C., Bianco A., Serafini M., Cianfaglione K., Nagy D.U., Iannarelli R., Caprioli G., Maggi F. Polar Constituents, Essential Oil and Antioxidant Activity of Marsh Woundwort (*Stachys palustris* L.) // *Chem. Biodivers.* – 2017. – Vol. 14. Article e1600401. DOI: 10.1002/cbdv.201600401
57. Звездина Е.В., Дайронас Ж.В., Бочкарева И.И., Зилфикаров И.Н., Бабаева Е.Ю., Ферубко Е.В., Гусейнова З.А., Серебряная Ф.К., Каибова С.Р., Ибрагимов Т.А. Представители семейства *Lamiaceae* Lindl. Как источники лекарственного сырья для получения нейротропных средств (обзор) // *Фармация и фармакология.* – 2020. – Т. 8. – №1. – С. 4–28. DOI: 10.19163/2307-9266-2020-8-1-4-28
58. Hartwell J.L. Plants Used Against Cancer. A Survey. Quarterman Publications Inc., Massachusetts, 1982. – P. 274–278.

59. Lewis W.H., Elvin-Lewis M.P.F. Medical Botany: Plants Affecting Man's Health. Wiley, New York, 1977. – P. 389–390.
60. Duke A.J. Handbook of Medicinal Herbs. CRC Press, Boca Raton, FL, 1986. – 457 p.
61. Тамкович Т.В. Фармакогностическое изучение чистеца крупноцветкового Дисс. канд. фарм. наук. – Пятигорск: Пятигорская государственная фармацевтическая академия, 2008. – 167 с.
62. Velikorodov A.V., Laktionov A.P., Nosachev S.B., Morozova L.V., Nosacheva T.A. Study of the Chemical Composition of *Stachys Palustris* L. Essential Oil Producing in the Astrakhan Region // *Russ. J. Bioorg. Chem.* – 2024. – №7. – С. 2847–2852. DOI: 10.1134/S1068162024070033
63. Meshkatsadat M.H., Bamoniri A., Batooli H. The bioactive and volatile constituents of *Prangos acaulis* (DC) Bornm extracted using hydrodistillation and nano scale injection techniques // *Dig. J. Nanomaterials Biostructures.* – 2010. – Vol. 5. – №. 1. – P.263–266.
64. Sajjadi S.E., Mehregan I. Chemical composition of the essential oil of *Prangos asperula* Boiss. Subsp. *Haussknechtii* (Boiss.) Herrnst. et Heyn fruits // *DARU.* – 2003. – Vol.11. – №.2. – P. 79–81. <http://www.scopus.com/scopus/inward/record.url?eid=2-s2.0-0242354093&partnerID=K84CvKBR&rel=3.0.0&md5=0b37114290524f4f126af6746b8b136b>
65. Özcan M., Bagci Y., Akgül A., Dural H., Novak J. Chemical composition of the essential oil of *Prangos uechtritzii* Boiss. et Hausskn. Fruits from Turkey // *J. Ess. Oil Res.* – 2015. – Vol.12. – № 2. – P.183–185. DOI: 10.1080/10412905.2000.9699493
66. Razavia S.M., Nazemiyeh H., Zarrini G., Asna-Asharii S., Dehghan G. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oil of *Prangos ferulaceae* (L.) Lindl from Iran // *Nat. Prod. Res.: Formerly Nat. Prod. Lett.* – 2014. – Vol. 24. – № 6. – P. 530–533. DOI: 10.1080/14786410802379539
67. Sajjadi S.E., Shokoohinia Y., Gholamzadeh S. Chemical composition of essential oil of *Prangos ferulaceae* (L.) Lindl. Roots // *CHEMIJA.* – 2011. – Vol. 22. – № 3. – P. 178–180.
68. Akhlaghi H., Hashemi P. Chemical composition of the essential oils of stems, leaves, and roots of *Prangos latiloba* // *Chem. Nat. Compd.* – 2005. – Vol. 41. – № 5. – P. 542–544. DOI: 10.1007/s10600-005-0201-0
69. Akhlaghi H. GC/MS analysis of the essential oils from aerial parts of *Prangos latiloba* Korov. collected in Northeast Iran // *Nat. Prod. Chem. Res.* – 2015. – Vol. 3. – P.1000158. DOI: 10.4172/2329-6836.1000158
70. Razavia S.M., Nejad-Ebrahimib S. Volatile constituent distribution of *Prangos corymbosa* Boiss at two stages of growth // *Nat. Prod. Res.* –

2011. – Vol. 25. – № 6. – P. 627–633. DOI: 10.1080/14786419.2010.488626
71. Tabanca N., Tsikolia M., Ozek G., Ozek T., Ali A., Bernier U.R., Duran A., Baser K.H.C., Khan I.A. The identification of suberosin from *Prangos pabularia* essential oil and its mosquito activity against *Aedes aegypti* // *Rec. Nat. Prod.* – 2016. – Vol. 10. – № 3. – P. 311–325.
 72. Rustaiyan A., Mazloomifar H., Masoudi S., Aghjani Z. Volatile oils of *Ducrosia assadii* Alava. and *Prangos accaulis* (DC.) Bornm. from Iran // *J. Essent. Oil Res.* – 2006. – Vol. 18. – № 6. – P.682–684. DOI: 10.1080/10412905.2006.9699205
 73. Kilic C.S., Coskun M., Duman H., Demirci B., Baser K.H.C. Comparison of the essential oils from fruits and roots of *Prangos denticulate* Fisch. et Mey. growing in Turkey // *J. Essent. Oil Res.* – 2010. – Vol. 22. – № 2. – P.170–173. DOI: 10.1080/10412905.2010.9700294
 74. Baser K.H.C., Demirci B., Demirci F., Bedir E., Weyerstahl P., Marschall H., Duman H., Aytac Z., Hamann M.T. A new bisabolene derivative from the essential oil of *Prangos uechtrizii* fruits // *Planta Med.* – 2000. – Vol. 66. – № 7. – P.674–677. DOI: 10.1055/s-2000-8627
 75. Mirzaei H.H., Meshkatsadat M.H., Soheilvand S. Determination of essential oil composition of *Prangos acaulis* (DC) Born obtained by hydrodistillation and supercritical fluid extraction methods // *J. Appl. Sci.* – 2007. – Vol. 7. – № 17. – P. 2535–2538. DOI: 10.3923/jas.2007.2535.2538
 76. Baser K.H.C., Kurkcuoglu M., Duman H. Steam volatiles of the fruits of *Prangos bornmuelleri* Hub. -Mor. et Reese // *J. Essent. Oil Res.* – 1999. – Vol. 11. – № 2. – P. 151–152. DOI: 10.1080/10412905.1999.9701096
 77. Akhlaghi H., Nekoei M., Mohammadhosseini M., Motavalizadehkakhky A. Chemical composition of the volatile oils from the flowers, stems and leaves of *Prangos latiloba* Korov. using the head space solid phase microextraction method prior to analysis by gas chromatography-mass spectrometry // *J. Essent. Oil Res. Bear. Plants.* – 2012. – Vol. 15. – № 2. – P.328–335. DOI: 10.1080/0972060X.2012.10644055
 78. Gholivand M.V., Piryaee M., Abolghasami M.M., Papzan A. Comparison of microwave-assisted headspace single-drop microextraction (MA-HS-SDME) with hydrodistillation for the determination of volatile compounds from *Prangos uloptera* // *J. Essent. Oil Res.* – 2013. – Vol. 25. – № 1. – P. 49–54. DOI: 10.1080/10412905.2012.747267
 79. Ozek G., Ozek T., Duran A., Sagiroglu M., Duman H. Comparison of the essential oils of *Prangos turcica* A. Duran, M. Sagiroglu et H. Duman fruits obtained by different isolation techniques // *J. Essent. Oil Res.* – 2006. – Vol. 18. – № 5. – P. 511–514. DOI: 10.1080/10412905.2006.9699156

80. Badalamenti N., Maresca V., Di Napoli M., Bruno M., Basile A., Zanfardino A. Chemical Composition and Biological Activities of *Prangos ferulacea* Essential Oils // *Molecules*. – 2022. – Vol. 27. – Article № 7430. DOI: 10.3390/molecules27217430
81. Shikishima Y., Takaishi Y., Honda G., Ito M., Takeda Y., Kodzhimatov O.K., Ashurmetov O., Lee K.H. Chemical constituents of *Prangos tschistanica*; structure elucidation and absolute configuration of coumarin and furanocoumarin derivatives with anti-HIV activity // *Chem. Pharm. Bull.* – 2001. – Vol. 49. – № 7. – P.877–880. DOI: 10.1248/cpb.49.877
82. Великородов А.В., Пилипенко В.Н., Пилипенко Т.А., Малый С.В. Изучение химического состава эфирного масла, полученного из плодов дикорастущего в Астраханской области *Prangos Odontalgica* // *Химия растительного сырья*. – 2019. – №3. – С.95–101. DOI: 10.14258/jcprm.2019034621
83. Gosudarstvennaya farmakopeya Rossijskoj Federacii. t. 3. 13-e izd. M., 2015. [Elektronnyj resurs] URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-13/> (data obrashcheniya 05.01.2024).
84. Kartala N., Sokmena M., Tepeb B., Daferera D., Polissiou M., Sokmen A. Investigation of the antioxidant properties of *Ferula orientalis* L. using a suitable extraction procedure // *Food Chem.* – 2007. – Vol. 100. – № 2. – P.584–589. DOI: 10.1016/j.foodchem.2005.09.084
85. Tepe B., Sokmen M., Akpulat A.H., Sokmen A. In vitro antioxidant activities of the methanol extracts of four *Helichrysum* species from Turkey // *Food Chem.* – 2005. – Vol. 90. – № 4. – P. 685–689. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.04.030
86. Tomás-Barberán F. Iniesta-Sanmartín E., Tomás-Lorente F., Rumbero A. Antimicrobial phenolic compounds from three Spanish *Helichrysum* species // *Phytochemistry*. – 1990. – Vol. 29. – № 4. – P. 1093–1095. DOI: 10.1016/0031-9422(90)85410-h
87. Formisano C., Mignola E., Rigano D., Senatore F., Arnold N.A., Bruno M., Rosselli S., Constituents of leaves and flowers essential oils of *Helichrysum pallasii* (Spreng.) Ledeb. growing wild in Lebanon // *J. Med. Food.* – 2009. – Vol. 12. – № 1. – P. 203–207. DOI: 10.1089/jmf.2008.0103
88. Javidnia K., Miri R., Soltani M., Khosravi A. R. Essential oil composition of two Iranian endemic *Helichrysum* Miller. species (*H. leucocephalum* Boiss. and *H. artemisioides* Boiss. et Hausskn.) // *J. Essential Oil Res.* – 2009. – Vol. 21. – № 1. – P. 54–56. DOI: 10.1080/10412905.2009.9700108
89. Judzentiene A., Butkiene R. Chemical composition of the essential oils of wild *Helichrysum arenarium* (L.) with differently colored inflorescences

- from Eastern Lithuania // *J. Essential Oil Res.* – 2006. – Vol. 18. – № 1. – P. 80–83. DOI: 10.1080/10412905.2006.9699391
90. Ruberto G., Biondi D.M., Barbagallo C., Meli R., Savoca F. Constituents of stem and flower oils of *Helichrysum litoreum* Guss. // *Flavour Fragr. J.* – 2002. – № 17. – P. 46–48. DOI: 10.1002/ffj.1037
 91. Bouchaala M., Ramdani M., Lograda T., Chalard P., Figueredo G. Chemical composition, antibacterial activity and chromosome number of *Helichrysum lacteum*, endemic from Algeria // *Int. J. Pharma Res. Health. Sci.* – 2017. – Vol. 5. – № 1. – P.1539–1545. DOI:10.21276/ijprhs.2017.01.04
 92. Öztürk B., Özek G., Özek T., Başer K.H.C. Chemical diversity in volatiles of *Helichrysum plicatum* DC. Subspecies in Turkey // *Rec. Nat. Prod.* – 2014. – Vol. 8. – № 4. – P.373–384.
 93. Chalchat J.C., Özcan M.M. Composition of the essential oil of *Helichrysum chasmolycicum* growing wild in Turkey // *J. Med. Food.* – 2006. – Vol. 9. – № 2. – P.287–289. DOI:10.1089/jmf.2006.9.287
 94. Baser K.H.C., Demirci B., Kirimer N., Composition of the essential oils of four *Helichrysum* species from Madagascar // *J. Essential oil Res.* – 2002. – Vol.14. – № 1. – P.53–55. DOI:10.1080/10412905.2002.9699762
 95. Giovanelli S., De Leo M., Cervelli L., Ruffoni B., Ciccarelli D., Pistelli L. Essential oil composition and volatile profile of sven *Helichrysum* species grown in Italy // *Chem. Biodivers.* – 2018. – Vol. 15. – № 5. e1700545. DOI: 10.1002/cbdv.201700545
 96. Roussis V., Tsoukatou M., Petrakis P.V., Chinou I., Skoula M., Harborne J., Volatile constituents of four *Helichrysum* species growing in Greece // *Biochem. Systematics Ecol.* – 2000. – Vol. 28. – P.163–175. DOI: 10.1016/S0305-1978(99)00046-0
 97. Сухенко Л.Т. Дикорастущие растения флоры Юга России как источник ценных фитокомпонентов с противомикробными и биорегуляторными свойствами. Автореф. дис. д.б.н. – Астрахань: Астраханский государственный университет, 2012. – 40 с.
 98. Лактионов А. П., Афанасьев В. Е. Флористическое районирование Астраханской области// *Вестник Астраханского государственного технического университета.* – 2007. –№1. – С. 168–172.
 99. Баймухамбетова А.С., Сухенко Л.Т., Великородов А.В., Егоров М.А., Carodaglio G. Химический состав эфирных масел *Helichrysum arenarium* и *Helichrysum pogaicum*, произрастающих в Астраханской области // *Химия растительного сырья.* –2019. – №2. – С. 99–104. DOI: 10.14258/jcprm.2019024209
 100. Hoppe H. A. Drogenkunde. Berlin, New York: Walter de Gruyter, 1975.
 101. Baj T., Kowalski R., Świątek Ł., Modzelewska M., Wolski T. Chemical composition and antioxidant activity of the essentials oil of hyssop (*Hys-*

- sopus officinalis L. ssp officinalis*) // *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska*. – 2010. – Vol. 23. – № 3. Sect. DDD. – P. 55–62.
102. Fraternali D., Ricci D., Epifano F., Curini M. Composition and antifungal activity of two essential oils of hyssop (*Hyssopus officinalis* L.) // *J. Essent Oil Res.* – 2004. – Vol. 16. – № 6. – P. 617–622. DOI: 10.1080/10412905.2004.9698810
 103. Garg S.N., Naqvi A.A., Singh A., Ram G., Kumar S. Composition of essential oil from an annual crop of *H. officinalis* grown in Indian Plains // *Flav. Fragr. J.* – 1999. – Vol. 14. – № 3. – P. 170–172. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1026(199905/06)14:3<170: AID-FFJ808>3.0.CO;2-Q
 104. Renzini G., Scazzocchio F., Lu M., Mazzanti G., Salvatore G. Antibacterial and Cytotoxic Activity of *Hyssopus officinalis* L. oil // *J. Essent. Oil Res.* – 1999. – Vol. 11. – № 5. – P. 649–654. DOI: 10.1080/10412905.1999.9701232
 105. Tognolini M., Barocelli E., Ballabeni V., Bruni R., Bianchi A., Chiavarini M., Impicciatore M. Comparative screening of plant essential oils: Phenylpropanoid moiety as basic core for antiplatelet activity // *Life Sci.* – 2006. – Vol. 78. – № 13. – P. 1419–1432. DOI: 10.1016/j.lfs.2005.07.020
 106. Lu M., Battinelli L., Daniele C., Melchioni C., Salvatore G., Mazzanti G. Muscle relaxing activity of *Hyssopus officinalis* essential oil on isolated intestinal preparations // *Planta Med.* – 2002. – Vol. 68. – № 3. – P. 213–216. DOI: 10.1055/s-2002-23139
 107. Wolski T., Baj T., Kwiatkowski S. Hyzop lekarski (*Hyssopus officinalis* L.) zapomniana roślina lecznicza, przyprawowa oraz miododajna. // *Ann. Univ. Mariae Curie-Skłodowska*. – 2006. – Vol. 41. – № 1. Sect. DD. – P. 1–10.
 108. Wolski T., Baj T. Hyzop lekarski (*Hyssopus officinalis* L.) aromatyczna roślina lecznicza // *Aromaterapia*. – 2006. – Vol. 4. – № 46. – P. 10–18.
 109. Gorunović M., Bogavac P., Chulchat J., Chabardi J. Essential oil of *Hyssopus officinalis* L. Lamiaceae of Montenegro Origin // *J. Essent. Oil Res.* – 1995. – Vol. 7. – P. 39–43. DOI: 10.1080/10412905.1995.9698459
 110. Mazzanti G., Battinelli L., Salvatore G. Antimicrobial properties of the lin-alool-rich essential oil of *Hyssopus officinalis* L. var *decumbens* (Lamiaceae) // *Flavour Fragr. J.* – 1998. – Vol. 13. – P. 289–294. DOI: 10.1002/(SICI)1099-1026(1998090)13:5<289::AID-FFJ750>3.0.CO;2-A
 111. Özer H., Şahin F., Kiliç H., Güllüce M. Essential oil composition of *Hyssopus officinalis* L. subsp. *angustifolius* (Bieb.) Arcangeli from Turkey // *Flavour Fragr. J.* – 2005. – Vol. 20. – № 1. – P. 42–44. DOI: 10.1002/ffj.1421
 112. Mitić V., Đorđević S. Essential oil composition of *Hyssopus officinalis* L. cultivated in Serbia // *Facta univ. Ser. Phys., Chem. and Techn.* – 2000. – Vol. 2. – № 2. – P. 105–108.

113. Joulain D., König W.A. The Atlas of Spectral Data of Sesquiterpene Hydrocarbons. E.B.-Verlag, Hamburg, 1998. – 661 p.
114. Vallejo M., Herraiz J., Perez-Alonso M., Velasco-Negueruela A. Volatile oil of *Hyssopus officinalis* L. from Spain // *J. Essent. Oil Res.* – 1995. – Vol. 7. – № 5. – P. 567–568. DOI: 10.1080/10412905.1995.9698590
115. Salvatore G., D'Andrea A., Nicoletti M. A pinocamphone poor oil of *Hyssopus officinalis* L. var. *decumbens* from France (Banon) // *J. Essential Oil Res.* – 1998. – Vol. 10. – № 5. – P.563–567. DOI: 10.1080/10412905.1998.9700972
116. Dzhumaev Kh.K., Zenkevich I.G., Tkachenko K.G., Tsibul'skaya I.A. Essential oil of the leaves of *Hyssopus seravschanicus* from South Uzbekistan // *Chem. Nat. Comp.* –1990. – Vol. 26. – № 1. – P.101–102. DOI: 10.1007/BF00605221
117. De Vincenzi M., Silano M., Stacchini P., Scazzocchio B. Constituents of aromatic plants: I. Methyleugenol // *Fitoterapia.* – 2000. – Vol. 71. – № 2. – P. 216–221. DOI: 10.1016/S0367-326X(99)00150-1
118. Burfield T. Safety of essential oils // *Int. J. Aromather.* – 2000. –Vol. 10. – № 1–2. – P. 16–29. DOI: 10.1016/S0962-4562(00)80005-3
119. Великородов А.В., Ковалев В.Б., Курбанова Ф.Х., Щепетова Е.В. Химический состав эфирного масла *Hyssopus officinalis* L., культивируемого в Астраханской области // *Химия растительного сырья.* – 2015. – №3. – С.71–76. DOI: 10.14258/jcprm.201503749
120. Таловина Г.В. Род *Melilotus* Mill. во флоре России и сопредельных стран: систематика, география, экология, стратегия сохранения. Дисс. к.б.н. – С.-Петербург: ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт растениеводства имени Н.И. Вавилова Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВИР Рос-сельхозакадемии)», 2011. – 234 с.
121. Лактионов А.П. Структура биоразнообразия флоры Астраханской области // *Изв. Самарского научного центра РАН.* – 2008. – Т. 10. – №2. – С. 351–361.
122. Усманова Н.К., Бобакулов Х.М., Каримов А.М., Сасмаков С.А., Ботиров Э.Х., Азимова Ш.С., Абдуллаев Н.Д. Компонентный состав и антимикробная активность эфирного масла *Melilotus officinalis* (L.) Pall, произрастающего в Узбекистане // *Химия растительного сырья.* – 2022. – № 1. –С. 161–168. DOI: 10.14258/jcprm.20220110514
123. Gudzenko A.V., Vinogradov B.A. Chemical composition of the essential oil from *Melilotus officinalis* (L.) Pall // *World Applied Sci. J.* – 2014. – Vol. 29. – № 2. – P. 171–174. DOI: 10.5829/idosi.wasj.2014.29.02.1240
124. Ефремов А.А., Зыкова И.Д., Целуковская М.М. Компонентный состав биологически активных веществ донника лекарственного // *Химия растительного сырья.* – 2012. – № 3. – С. 111–114.

125. Зыкова И.Д., Ефремов А.А. Компонентный состав эфирного масла *Melilotus albus* Medikus (Fabaceae) // *Химия растительного сырья*. – 2012. – № 4. – С. 109–112.
126. Quijano-Celis C. E., Pino J. A., Morales G. Chemical composition of the leaves essential oil of *Melilotus officinalis* (L.) Pallas from Colombia // *J. Essential Oil-Bearing Plants*. – 2010. – Vol. 13. – № 3. – P. 313–315. DOI: 10.1080/0972060X.2010.10643826
127. Khan S., Shinwari M.I., Haq A., Ali K.W., Rana T., Badshah M., Khan S.A. Fourier-transform infrared spectroscopy analysis and antifungal activity of methanolic extracts of *Medicago parviflora*, *Solanum nigrum*, *Melilotus alba* and *Melilotus indicus* on soil-borne phytopathogenic fungi // *Pak. J. Bot.* – 2018. – Vol. 50. – № 4. – P. 1591–1598.
128. Anwer S., Shamim S., Ahmed S., Hasan M.M., Azhar I. Hypotensive activity of *Melilotus officinalis* (L.) Pallas // *Eur. J. Med. Ser. B*. – 2015. – Vol. 3. – № 2. – P. 80–85. DOI: 10.13187/ejm.s.b.2015.3.80
129. Liu Yu.-T., Gong P.-H., Xiao F.-Q., Shao S., Zhao D.-Q., Yan M.-M., Yang X.-W., Chemical constituents and antioxidant, anti-inflammatory and anti-tumor activities of *Melilotus officinalis* (Linn.) Pall. // *Molecules*. – 2018. – Vol. 23. Article № 271. DOI: 10.3390/molecules23020271
130. Horváth G., Csikós E., Andres E.V., Bencsik T., Tokátsy A., Gulyás-Fekete G., Turcsi E., Deli J., Szöke É., Kamény Á., Payrits M., Szente L., Kocsis M., Molnár P., Helyes Z. Analyzing the carotenoid composition of Melilot (*Melilotus officinalis* (L.) Pall.) extracts and the effects of isolated (All-E)-lutein-5,6-epoxide on primary sensory neurons and macrophages // *Molecules*. – 2021. – Vol. 26. Article № 503. DOI:10.3390/molecules26020503
131. Pleşca-Manea L., Pârvu A.E., Pârvu M., Taamaş M., Buia R., Puia M. Effects of *Melilotus officinalis* (L.) on acute inflammation // *Phytotherapy Research*. – 2002. – Vol. 16. – № 4. – P. 316–319. DOI: 10.1002/ptr.875
132. Sheikh N.A., Desai T.R., Patel R.D. Pharmacognostic evaluation of *Melilotus officinalis* Linn. // *Pharmacogn. J.* – 2016. – Vol. 8. – № 3. – P.239–242. DOI: 10.5530/pj.2016.3.11
133. Al-Snafi A.E. Chemical constituent and pharmacological effects of *Melilotus officinalis* – A review // *IOSR J. Pharm.* – 2020. – Vol. 10. – № 1. – P. 26–36.
134. Зыкова И.Д., Ефремов А.А. Сравнительный анализ составов эфирных масел *Melilotus albus* Medikus и *Melilotus officinalis* L. Pall // *Сибирский медицинский журнал*. – 2013. – № 5. – С. 112–114.
135. Аттобрах Н.К., Хуснетдинова Л.З., Дубровная С.А., Акулов А.Н. Определение кумарина в *Melilotus officinalis* (L.) Pall. методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // *АгроЭкоИнфо*. – 2020.

- №3. – C.1–6.
http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/3/st_304.pdf
136. Pan Y., Liu T., Wang X., Sun J. Research progress of coumarins and their derivatives in the treachment of deabets // *J. Enzyme Inhib. Med. Chem.* – 2022. – Vol. 37. – № 1. – P. 616–628. DOI: 10.1080/14756366.2021.2024526
 137. Bhattarai N., Kumbhar A.A., Pokharel Y.R., Yadav P.N. Anticancer potential of coumarin and its derivatives // *Mini-Rev. Med. Chem.* – 2021. – Vol. 21. – № 19. – P. 2996–3029. DOI: 10.2174/1389557521666210405160323
 138. Zhang J., Di H., Luo K., Jahufer Z., Wu F., Duan Z., Stewart A., Yan Z., Wang Y. Coumarin content, morphological variation, and molecular phylogenetics of *Mellilotus* // *Molecules.* – 2018. – Vol. 23. – № 4. Article № 810. DOI: 10.3390/molecules23040810
 139. Прошаков Ю.И. Лофант анисовый - двойник женьшеня // *Картофель и овощи.* – 2002. – № 1. – С.16–17.
 140. Пустовалова Н. Ароматный многоколосник // *Сад и Огород.* – 2004. – № 5. – С.13–16.
 141. Коваленко Н.А., Супиченко Г.Н., Леонтьев Н., Шутова А.Г. Состав эфирных масел растений рода *Agastache*, интродуцированных в Беларусь // *Известия национальной академии наук Беларуси. Серия биологических наук.* – 2019. – Т. 64. – № 2. – С.147–155. DOI: 10.29235/1029-8940-2019-64-2-147-155
 142. Чумакова В.В., Попова О.И. Лофант анисовый (*Agastache foeniculum* L.) - перспективный источник получения лекарственных средств // *Фармация и фармакология.* – 2013. – №1(1). – С. 39–43.
 143. Юртаева Е.А., Ремезова И.П., Тырков А.Г., Лужнова С.А., Попова А.И. Сухой экстракт листьев лофанта анисового: получение и анализ фенольных соединений // *Фармация.* – 2019. – Т.68. – № 2. – С. 28–32. DOI: 10.29296/25419218-2019-02-05
 144. Кустов Д.Ю., Кустова О.К., Приходько С.А., Глухов А.З., Шевченко Т.А. Влияние применения настоя *Agastache foeniculum* L. на поведение самок белых крыс с моделью ревматоидного артрита // *Архив клинической и экспериментальной медицины.* – 2018. – Т. 27. – №3. – С. 44–50.
 145. Савиди В.О., Хасенова А.М., Выставной А.Л. Проявление анксиолитических свойств лофанта анисового // *Материалы Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы ветеринарии», посвященной 100-летию кафедры ветеринарной микробиологии, инфекционных и инвазионных болезней факультета ветеринарной медицины ИВМиБ.* – Омск: Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2020. – С.477–482.

146. Кличханов Н.Х., Астаева М.Д., Шихамирова З.М., Чалабов Ш.И., Тырков А.Г., Газимагомедова М.М. Влияние экстракта лофанта анисового на свободно-радикальные процессы в крови крыс // *Фармация*. – 2019. – Т. 68. – № 3. – С. 49–54. DOI: 10.29296/25419218-2019-03-09
147. Espinel-Ingroff F., Boyle K., Sheehan D.J. // *Mycopathologia*. – 2001. – Vol. 150. – P.101–115. DOI: 10.1023/A:1010954803886
148. Rex J.H., Pfaller M.A., Galgiani J.N., Bartlett M.S., Espinel-Ingroff A., Ghannoum M.A., Lancaster M., Odds F.C., Rinaldi M.G., Walsh T.J., Barry A.L. // *Clin Infect Dis*. – 1997. – Vol. 24. – № 2. – P. 235–247. DOI: 10.1093/clinids/24.2.235
149. Гуринович Л.К., Пучкова Т.В. Эфирные масла. Химия, технология, анализ и применение. – М.: Школа Косметических Химиков, 2005. – 192 с.
150. Ладыгина Е.Я., Сафронич Л.Е., Отряшенкова В.Э., Баландина И.А., Гринкевич Н.И., Сорокина А.А., Сокольский И.Н., Глызин В.И., Молодожникова Л.М., Митин Ю.С., Смылина И.А., Ермакова В.А. Химический анализ лекарственных растений. – М.: Высшая школа, 1983. – 176 с.
151. Соколов С.Я. Деревья и кустарники СССР. Дикорастущие, культивируемые и перспективные для интродукции. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 148–152.
152. Краснов Е.А., Березовская Т.П., Алексеюк Н.В., Белоусова Н.И., Демиденко Л.А., Дудко В.В., Дмитрук С.Е., Калинкина Г.И., Романова Г.А. Выделение и анализ природных биологически активных веществ. – Томск: Национальный исследовательский Томский государственный университет, 1987. – 184 с.
153. Георгиевский В.П., Комиссаранко Н.Ф., Дмитрук С.Е. Биологически активные вещества лекарственных растений. – Новосибирск: Наука СО РАН, 1990. – 333 с.
154. Артамонов В. Робиния // *Наука и жизнь*. – 1991. – №6. – С. 158–160.
155. Леснов П.А. Акация ложная и настоящая // *Наука и жизнь*. – 1980. – №4. – С. 40–41.
156. Дудченко Л.Г., Козьяков А.С., Кривенко В.В. Пряно-ароматические и пряно-вкусовые растения. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 10–11.
157. Тырков А.Г., Сухенко Л.Т., Акмаев Э.Р. Исследование химического состава и антимикробная активность экстрактивных веществ из семян *Robinia Pseudoacacia* L. // *Химия растительного сырья*. – 2012. – №2. – С. 119–123.
158. Герхард Ф. Методы общей бактериологии. Т.1. – М.: Мир, 1983. – 536 с.
159. Колбас А.П., Гавриловец А.Г., Яковчук И.Н. Эфиромасляничные растения «Ботанические экспозиции Центра Экологии», 2019. – 152 с.

160. Singh B.N., Singh B.R., Singh R.L., Prakash D., Sarma B.K., Singh H.B. Antioxidant and anti-quorum sensing activities of green pod of *Acacia nilotica* L. // *Food and Chemical Toxicology*. – 2009. – Vol. 47. – P. 778–786.
161. Хайтович А.Б. Эфирномасличные культуры и их антимикотическое действие // *Успехи медицинской микологии*. – 2022. – Т.23. – С.207–212.
162. Хайтович А.Б., Мукосий Л.А. Антимикробное действие эфирномасличных культур // Матер. IV международной научно-практ. конф. «Научный инновационный потенциал развития производства, переработки и применения эфирно-масличных лекарственных растений». – Симферополь: ООО «Изд-во Типография «Ариал», 2022. – С.87–103.
163. Зельбуни С.С., Сухенко Л.Т., Башпанова С.С. Антимикробные свойства растительных компонентов в сравнении с коммерческими антибиотическими препаратами // *Знание*. – 2018. – №3-1(55). – С. 7–16.
164. ИONOва В.А., Гаврилова Т.Л., Щепетова Е.В., Имашева Н.М. Содержание некоторых биологически активных соединений в наземной части *Lycopus exaltatus* L. в условиях Астраханской области // *Естественные науки*. – 2013. – № 1(42). – С.93-99.
165. ПлUTOва Т.П., Шарипов Ш.Н., Фармакогностическое изучение зюзника европейского, произрастающего в Узбекистане // *Фармация*. – 1969. – Т. 18. – №1. – С.27-30.
166. Шелухина Н.А., Савина А.А., Шейченко В.И., Сокольская Т.А., Быков В.А. Изучение химического состава зюзника европейского // *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. – 2010. – № 11. – С. 7-11.
167. Алефиров А.Н., Сивак К.В. Антитиреоидный эффект экстрактов *Lycopus europaeus* L. (Lamiaceae) у крыс с экспериментальным тиреотоксикозом // *Растительные ресурсы*. – 2009. – Т. 45. – № 2. – С. 117–122.
168. Гаврилова Т.Л., Щепетова Е.В., Абдурахманова Н.М., Ковалев В.Б. Исследование химического состава эфирного масла представителей рода *Lycopus*, произрастающих в Астраханской области // *Современные проблемы науки и образования*. – 2015. – №4. – С.562–569.
169. Radulovic, N. Fatty and volatile oils of the gypsywort *lycopus europaeus* L. and the gaussian-like distribution of its wax alkanes/ N. Radulovic, M. Denic, Z. Stojanovic-Radic, D. Skropeta // *JAOCs*. – 2012. – Vol. 89. – № 12. – P. 2165–2185.
170. Шелепова О. В., Семёнова М. В., Енина О. Л., Шанцер И. А. Генетический, фенотипический и фитохимический полиморфизм восточно-

- европейских популяций *Mentha arvensis* L. // *Генетика*. – 2017. – Том 53. – № 1. – С. 54–62.
171. Яковлева С.Г., Манджиголадзе Т.Ю. Фитохимический анализ, разработка состава и технологии карандашей с эфирным маслом листьев мяты водной, произрастающей на Северном Кавказе // *Медико-фармацевтический журнал "Пульс"*. – 2023. – Т. 25. – №8. – С. 28-33. DOI: 10.26787/nydha-2686-6838-2023-25-8-28-33.
172. Хорошева Ю.Г., Щепетова Е.В., Имашева Н.М. Биологически активные соединения наземной части мяты полевой (*Mentha arvensis* L.) // В сборнике: Фармакологическая наука – от теории к практике. Всероссийская научная Интернет-конференция с международным участием. – Казань: Изд-ль ИП Синяев Д.Н., 2014. – С.96-101.
173. Горбунов Ю.Н., Крючкова В.А., Евтюхова А.В. О перспективах выращивания лаванды узколистной в средней полосе России // *АгроЭко-Инфо*. – 2020, №4. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st_423.pdf.
174. Ярош А.М., Тонковцева В.В., Бекмамбетов Т.Р., Коваль Е.С., Беззубчак В.В., Наговская Е.-Е.В. Влияние эфирного масла лаванды узколистной на функции нервной системы людей разного возраста // *Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада*. – 2018. – Том 146. – С. 262-270.
175. Работягов В.Д., Палий А.Е. Компонентный состав и содержание эфирного масла двух видов *Lavandula* (Lamiaceae), выращиваемых в условиях Крыма // *Химия растительного сырья*. – 2017. – №1. – С. 59–64.
176. Грунина А.А., Подгорнова Н.М. Роль растительных масел в специализированном питании // *Товаровед продовольственных товаров*. – 2020. – № 4. – С. 59–64.
177. Паршакова Л.П., Попель С.С., Кропотова Ж.С., Пыргарь Е.П. Технология производства растительных масел со сбалансированным жирнокислотным составом // *Пищевая промышленность*. – 2017. – № 5. – С. 25– 27.
178. МР 2.3.1.2432-08. 2.3.1. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации (утв. Роспотребнадзором 18.12.2008).
179. Прижизненное формирование состава и свойств животного сырья / соавт.: А. Б. Лисицын и др.; ФГБНУ «Федер. науч. центр пищ. систем им. В. М. Горбатова». – Москва, 2018. – 439 с.
180. Подгорнова Н.М., Грунина А.А. Проектирование купажей растительных масел с заданным жирнокислотным составом // Матер. национальной научно-практ. конф. «Товароведение, технология и эксперти-

- за: инновационные решения и перспективы развития». – М.: ЗооВетКнига, 2020. – С.130–137.
181. Wang Z., Cheng Y., Zeng M., Wang Z., Qin F., Wang Y., Chen J., He Z. Lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) leaf: A narrative review of its Phytoconstituents, health benefits and food industry applications // *Trends in Food Science & Technology*. – 2021. – Vol. 112. – P. 631–635. DOI: 10.1016/j.tifs.2021.04.033
 182. Wu M.J., Wang L., Weng C.Y., Yen J.H. Antioxidant activity of methanol extract of the lotus leaf (*Nelumbo nucifera* Gaertn.) // *Am. J. Chin. Med.* – 2003. – Vol. 31. – № 5. – P. 687–698. DOI: 10.1142/S0192415X03001429
 183. Mukherjee P.K., Saha K., Balasubramanian R., Pal M., Saha B.P. Studies on psychopharmacological effects of *Nelumbo nucifera* Gaertn. rhizome extract // *J. Ethnopharmacol.* – 1996. – Vol. 54. – № 2-3. – P. 63–67.
 184. Jiang Y., Ng T.B., Liu Z., Wang C., Li N., Qiao W., Liu F. Immunoregulatory and anti-HIV-1 enzyme activities of antioxidant components from lotus (*Nelumbo nucifera* Gaertn) rhizome // *Biosci. Rep.* – 2011. – Vol. 31. – № 5. – P. 381–390. DOI: 10.1042/BSR20100062
 185. Huang C., Chen W., Yang C., Lin H., Way T., Chiang W., Liu S. Extract of Lotus Leaf (*Nelumbo nucifera*) and Its Active Constituent Catechin with Insulin Secretagogue Activity // *J. Agric. Food Chem.* – 2011. – Vol. 59. – № 4. – P. 1087–1094. DOI: 10.1021/jf103382h
 186. Кондратенко Е.И., Мустафа Салахелдин Абделхамид, Ломтева Н.А., Егоров М.А., Касимова С.К., Копылова М.Р. Влияние экстрактов лотоса орехоносного на морфофункциональные параметры ткани печени крыс на фоне воздействия тетрахлорметана // *Естественные науки*. – 2017. – №1(58). – С.88–93.
 187. Кондратенко Е.И., Ломтева Н.А., Абделхамид Хассан Мустафа Салахелдин. Влияние экстрактов лотоса орехоносного (*Nelumbo nucifera*) на физиологические параметры печени самок крыс на фоне воздействия тетрахлорметана // *Естественные науки*. – 2022. – №1(6). – С.4–11. DOI: 10.54398/1818507X_2022_1_4
 188. Кондратенко Е.И., Великородов А.В., Эль сайед Авад М.А., Ломтева Н.А., Кондратенко К.Н. Химический состав и антиоксидантная активность экстрактов семян *Nelumbo nucifera* // *Химия растительного сырья*. – 2012. – №3. – С. 115–120.
 189. WHO: protocol CG-04. Preparation of alcoholic extract for bioassay and phytochemical studies (APJF/IP, 1001 A). Geneva, World Health Organization 1983a.
 190. O.A.A.C. Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist. 14th ed. Washington D.C. (2000).
 191. Vogel A.J. A text book of practical organic chemistry. 3th ed. London. – 1975. – P.969–971.

192. Farag R.S., Hallabo S.A.S., Hewedi F.M., Basyony A.E. Chemical evaluation of rape seed // *Fette-Seifen Anstrichmittel*. – 1986. – Vol.88. – № 10. – P.391–397. DOI: 10.1002/lipi.19860881006
193. Беккер Х., Домшке Г., Фангхенель Э. и др. Органикум: В 2-х т. Т. 2. Пер. с нем. – М.: Мир, 1992. – 417 с.
194. Lafaka T., Sinanoglou V., Lazos E.S. On the extraction and antioxidant activity of phenolic compounds from winery wastes // *Food Chem.* – 2007. – Vol. 104. – № 3. – P. 1206–1214. DOI: 10.1016/j.foodchem.2007.01.068
195. Gutfinger T. Polyphenols in olive oils // *J. Am. Oil Chem.Soc.* – 1981. – Vol. 58. – P.966–968. DOI: 10.1007/BF02659771
196. Hertog M.G.L., Hollman P.C.H., Katan M.B. Content potentially anticarcinogenic flavonoids 28 vegetables fruits commonly in the Netherlands // *J. Agr. Food Chem.* – 1992. – Vol. 40. – P.2379–2383. DOI: 10.1021/jf00024a011
197. Regazzi E., Veronese G. Quantitative analysis of phenolic compounds after thin-layer chromatographic separation // *J. Chromatography*. – 1973. – Vol. 77. – P. 369–375. DOI: 10.1016/S0021-9673(00)92204-0
198. Liu R.-X., Wang Q., Guo H.-Z., Li L., Bi K.-S., Guo De-An. Simultaneous determination of 10 major flavanoids in Dalbergi Oderifera by high performance liquid chromatography // *J. Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. – 2005. – Vol. 39. – № 3-4. – P. 469–476. DOI: 10.1016/j.jpba.2005.04.007
199. Стальная И. Д., Гаришвили Т. Т. Метод определения малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты // В сб. *Современные методы в биохимии*. – М.: Медицина, 1977. – С. 66–68.
200. Королук М. А., Иванов Л.И., Майорова М.Г., Токарева В.Е. Метод определения активности каталазы // *Лабораторное дело*. – 1988. – №1. – С.16 – 19.
201. Molyneux P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity // *Songklanalarin J. Sci.Technol.* – 2004. – Vol. 26. – № 2. – P. 211–219.
202. Lee J.C., Kim H.R., Kim J., Jang N.S. Antioxidant property of an ethanol extract of the stem of *Opuntia fimsindieu var Saboten* // *J. Agric. and Food Chem.* – 2002. – Vol. 50. – № 22. – P.6490–6496. DOI: 10.1021/jf020388c
203. Lo S.-F., Nalawade S.M., Mulabagal V., Natthew S., Chen C.-L., Kuo C.-L., Tsay H.-S. In vitro propagation by asymbiotic seed germination and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity studies of tissue culture raised plants of three medicinally important species of *Dendrobium* // *Biol. Pharm. Bull.* – 2004. – Vol. 27. – № 5. – P.731–735. DOI: 10.1248/bpb.27.731
204. Шиков А.Е, Макаров В.Г., Рыженков В.Е. Растительные масла и мас-

- ляные экстракты: технология, стандартизация, свойства. – М.: ИД «Русский врач», 2004. – 264 с.
205. Великородов А.В., Ковалев В.Б., Носачев С.Б., Тырков А.Г., Морозова Л.В. Жирнокислотный состав масел семян некоторых дикорастущих и культивируемых растений Астраханской области, полученных методом сверхкритической флюидной экстракции // *Химия растительного сырья*. – 2018 – №2. – С. 153–158. DOI: 10.14258/jcprm.2018022005
 206. Schagen S.K., Zampeli V.A., Markantonaki E., Zouboulis C.C. Discovering the link between nutrition and skin aging // *Dematoendocrinol.* – 2012. – Vol. 4. – № 3. – P. 298–307. DOI: 10.4161/derm.22876
 207. Боголицын К.Г., Каплицин П.А., Добродеева Л.К., Дружинина А.С., Овчинников Д.В., Паршина А.Э., Шульгина Е.В. Жирнокислотный состав и биологическая активность сверхкритических экстрактов арктической бурой водоросли *Fucus Vesiculosus* // *Сверхкритические флюиды: теория и практика*. – 2016. – Т. 11. – №3. – С. 58–70.
 208. St. Angelo A.J. Lipid oxidation in foods // *Crit. Rev. Food Sci.* – 1996. – Vol. 36. – № 3. – P. 175–224. DOI: 10.1080/10408399609527723
 209. Temple N.J. Antioxidants and disease: more questions than answers // *Nutr. Res.* – 2000. – Vol. 20. – №3. – P. 449–459. DOI: 10.1016/S0271-5317(00)00138-X
 210. Jaren-Galan M., Nienaber U., Schwartz S.J. Paprika (*Capsicum annuum*) oleoresin extraction with supercritical carbon dioxide // *J. Agr. Food Chem.* – 1999. – Vol. 47. – № 9. – P. 3558–3564. DOI: 10.1021/jf9900985
 211. Crampon C., Boutin O., Badens E. Supercritical carbon dioxide extraction of molecules of interest from microalgae and seaweeds // *Ind. Eng. Chem. Res.* – 2011. – Vol. 50. – № 15. – P. 8941–8953. DOI: 10.1021/ie102297d
 212. Garcia A., Lucas A.D., Rincon J., Alvarez A., Gracia I., García M.A. Supercritical Carbon Dioxide Extraction of Fatty and Waxy Material from Rice Bran // *J. Am. Oil Chem. Soc.* – 1996. – Vol. 73. – № 9. – P. 1127–1131. DOI: 10.1007/BF02523373
 213. Taylor L.T. Supercritical fluid extraction. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1996. – 181 p.
 214. Blunt M., Fayers F.J., Orr F.M. Jr. Carbon dioxide in enhanced oil recovery // *Energy Convers. Manag.* – 1993. – Vol. 34. – № 9–11. – P. 1197–1204.
 215. Залепугин Д.Ю., Тилькунова Н.А., Чернышова И.В., Поляков В.С. Развитие технологий, основанных на использовании сверхкритических флюидов // *Сверхкритические флюиды: теория и практика*. – 2006. – Т. 1. – №1. – С. 27–51.
 216. Великородов А.В., Тырков А.Г. Зеленая химия. Методы, реагенты и инновационные технологии: монография – Астрахань: Астраханский государственный университет. ИД «Астраханский университет», 2010.

– 258 с.

217. Великородов А.В., Ковалев В.Б., Тырков А.Г., Носачев С.Б. Химический состав масла семян арбуза, выделенного методом сверхкритической флюидной экстракции // *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. – 2014. – № 12 (часть 1). – С. 125–128.
218. Duduyemi O., Adebajo S. A, Oluoti K. Extraction and determination of physico-chemical properties of watermelon seed oil (*Citrullus Lanatus* L.) for relevant uses // *Int. J. Sci.Tech.Res.* – 2013. – Vol. 2. – № 8. – P. 66–68.
219. Максудов Р.Н., Егоров А.Г., Мазо А.Б., Аляев В.А., Абдуллин И.Ш. Математическая модель экстрагирования семян масличных культур сверхкритическим диоксидом углерода // *Сверхкритические флюиды: теория и практика*. – 2008. – Т. 3. – № 2. – С. 20–32.
220. Ayaz F.A., Kadioğlu A., Doğru A. Soluble sugar composition of *Elaeagnus angustifolia* L. var *orientalis* (L.) Kuntze (Russian olive) fruits // *Tr. J. Botany*. –1999. – Vol. 23. – P. 349–354.
221. Zhang N., Ai M.Y., Liu L., Feng H.A., Luo N., Xiang J.G. Physical and chemical properties of *Elaeagnus angustifolia* L. seed oil and its radical scavenging capability // *China Oils and Fats*. –2013. –Vol. 38. – № 2. – P. 88–91.
222. Goncharova N.P., Plugar V.N., Rashkes Ya.V., Isamukhamedov A.Sh., Glushenkova A.I. Oxygenated fatty acids of the seeds of *Elaeagnus angustifolia* // *Chem. Nat. Comp.* –1994. – Vol. 30. – № 6. – P. 661–665.
223. Scherer R., Wagner R., Meireles M.A.A., Godoy H.T. Biological activity and chemical composition of hydrodistilled and supercritical extracts of *Xanthium strumarium* L. leaves // *J. Essent. Oil Res.* –2010. – Vol. 22. – № 5. – P. 424–429.
224. Ковалев В.Б., Великородов А.В., Тырков А.Г., Носачев С.Б., Щепетова Е.В., Абдурахманова Н.М. Химический состав масел семян некоторых бахчевых культур Астраханской области, выделенных методом сверхкритической флюидной экстракции // *Фундаментальные исследования*. – 2015. – №12. – С. 54–57.
225. Сверхкритическая флюидная экстракция: сайт Группа компаний «ГО-РО». [Электронный ресурс]. URL: <http://www.extract.ru/> (дата обращения: 08.01.2024).
226. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3497034/>
227. Kelly G.S. Squalene and Its Potential Clinical Uses // *Alternative Med. Rev.* –1999. –Vol. 4. – № 1. – P. 29–36.
228. Kohno Y, Egawa Y, Itoh S, Nagaoka S, Takahashi M, Mukai K. Kinetic study of quenching reaction of singlet oxygen and scavenging reaction of free radical by squalene in n-butanol // *Biochim. Biophys. Acta*. – 1995. –

- Vol. 1256. – № 1. – P. 52–56. DOI: 10.1016/0005-2760(95)00005-W
229. Matyas G.R., Rao M., Pittman Ph. R., Burge R., Robbins I.E., Wassef N.M., Thivierge B., Alving C.R. Detection of antibodies to squalene III. Naturally occurring antibodies to squalene in humans and mice// *J. Immunol. Methods*. – 2004. – Vol. 286. – № 1–2. – P. 47–67. DOI: 10.1016/j.jim.2003.11.002
230. Spanova M., Daum G. Squalene – Biochemistry, Molecular Biology, Process Biotechnology and Applications // *Eur. J. lipid Sci. Technol.* – 2011. – Vol. 113. – № 11. – P. 1299–1320. DOI: 10.1002/ejlt.201100203
231. Орасмяэ-Медер Т., Шатрова О. Наука красоты: Из чего на самом деле состоит косметика. М: Альпина Паблишер, 2016. – 255 с.
232. Пучкова Т. В. Энциклопедия ингредиентов для косметики и парфюмерии. 2-е изд. М: Школа косметических химиков. 2015. – 408 с.
233. Касьянов Г.И., Деревенко В.В., Франко Е.П. Технология переработки плодов и семян бахчевых культур: монография. Краснодар: Экоинвест, 2010. – 148 с.
234. Гамаюрова В.С., Ржечицкая Л.Э. Пищевая химия: учебник для студентов вузов: учебное пособие, электронное издание сетевого распространения. М.: Книжный дом Университет, Университетская книга, 2016. – 496 с.
235. Крецу Л. Г., Домашенко Л. Г., Соколов М. Д. Мир пищевых растений. Кишинев: Тимпул, 1989. – 324 с.
236. Фомичева Т.И., Колужникова Е.В., Гунькова П.И. Масло авокадо и тыквы, как источники жирных кислот // *Вестник Международной академии холода*. – 2022. – №2. – С.56–60. DOI: 10.17586/1606-4313-2022-21-2-56-60
237. Шиков А.Н., Макаров В.Г., Рыженков В.Е. Растительные масла и масляные экстракты: технология, стандартизация, свойства. М.: ИД «Русский врач», 2004. – 264 с.
238. Carter F.L., Castillo A.E., Frampton V.L., Kerr T. Chemical composition studies of seeds of the genus *Gossipium* // *Phytochemistry*. – 1966. – Vol. 5. – P. 1103-1112.
239. Liu G.Z., Segal S.J. Introduction and history of gossypol. In Segal SJ (ed): *Gossypol. A potential contraceptive for men*. – New York: Plenum Press, 1985. – pp 1–7.
240. Межгосударственный стандарт 13979.11-83. Жмыхи и шроты хлопковые. Метод определения свободного госсипола.
241. Руководство по методам исследования, технологическому контролю и учету производства в масложировой промышленности, т. 1, кн. 2. Л., 1967. – с. 834.
242. Патент РФ № 2598640. Способ получения и жирнокислотный состав масла семян *Gossipium hirsutum* /А.В. Великородов, А.Г. Тырков, В.Б.

- Ковалев, Е.В. Щепетова, М.Ю. Пучков. – Оpubл. 27.08.2015. Бюл. № 24.
243. Gecgel U., Velioglu S.D., Velioglu H.M. Investigating some physicochemical properties and fatty acid composition of native Black Mulberry (*Morus nigra* L.) seed oil // *J. Am. Oil.Chem. Soc.* – 2011. – Vol. 88. – P. 1179–1187. DOI: 10.1007/s11746-011-1771-6
244. Патент РФ № 2013157479. Способ получения и жирнокислотный состав масла семян *Morus nigra* / А.В. Великородов, В.Б. Ковалев, Е.В. Щепетова, Н.М. Имашева, С.Р.Кособокова. – Оpubл. 27.06.2015. Бюл. № 18.
245. Сулейманова Л.Р., Куркин В.А. Фитохимическое исследование препаратов и сырья на основе стручкового перца (*Capsicum annuum* L.) // *Известия Самарского научного центра Российской Академии наук.* – 2009. – Т. 11. – № 1 (6). – С. 1311–1134.
246. Завьялова О.А. Фармакогностическое изучение плодов перца однолетнего и разработка методов стандартизации липидного комплекса на его основе: автореф. дис... канд. хим. наук. Москва, 2005. – 24 с.
247. Косенко М.Г., Бирюкова Н.В. Фитохимический анализ отходов переработки плодов перца сладкого стручкового однолетнего (*Capsicum annuum* L.) // *The scientific heritage.* – 2021. – № 66. – С. 6–9.
248. Курочкин А.А., Долгов М.В. Поликомпонентный экстракт на основе семян перца // *Инновационная техника и технология.* – 2023. – Т. 10. – № 1. – С. 64–68.
249. Попков В.А., Решетняк В.Ю., Нестерова О.В., Завьялова О.А., Абрамов А.А., Кукина Т.П., Покровский Л.М. Физико-химические показатели масла из семян сладкого перца // *Вестн. моск. ун-та. сер. 2. Химия.* – 2004. – Т. 45. – № 6. – С.413–416.
250. Matsufuji H., Nakamura H., Chino M., Takeda M. Antioxidant Activity of Capsanthin and the Fatty Acid Esters in Paprika (*Capsicum annuum*) // *J. Agric. Food Chem.* – 1998. – №46. – P. 3468–3472. DOI: 10.1021/JF980200I
251. Skalicka-Wozniak K., Losb R., Głowniaka K., Malm A. Antimicrobial Activity of Fatty Acids from Fruits of *Peucedanum cervaria* and *P. alsaticum* // *Chem. Biodivers.* – 2010. – Vol. 7. – №11. – P. 2748–2754. DOI: 10.1002/cbdv.201000008
252. Kozłowska M., Gruczyńska E., Ścibisz I., Rudzińska M. Fatty acids and sterols composition, and antioxidant activity of oils extracted from plant seeds // *Food Chemistry.* – 2016. – №213. – P. 450–456. DOI: 10.1016/j.foodchem.2016.06.102

**Анатолий Валериевич Великородов
Алексей Георгиевич Тырков
Святослав Борисович Носачев
Екатерина Владимировна Щепетова
Нурия Мулдагалиевна Абдурахманова**

**ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ
МАСЛИЧНЫХ И ЭФИРНО-МАСЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ
АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Монография

Издатель: Сорокин Роман Васильевич
414040, Астрахань, пл. К. Маркса, 33, 1-й этаж

Подписано в печать 02.01.2025 г. Формат 60×90/8
Гарнитура Times New Roman. Усл. печ. л. 20,0. Тираж 300 экз.

Отпечатано в Астраханской цифровой типографии
(ИП Сорокин Роман Васильевич)
414040, Астрахань, пл. К. Маркса, 33, 1-й этаж
Тел.: (8512) 54-00-11, e-mail: RomanSorokin@list.ru