МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет физико-математических и естественных наук

Кафедра «Общая биология и биохимия»

Направление подготовки 06.04.01 Биология

Магистерская программа Биохимия и молекулярная биология

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему

«МОРФО-БИОХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛОДОВ И СЕМЯН КАТРАНА (*CRAMBE* L.)»

Студент Рабади Аль-Рабади Елена Евгеньевна

Научный руководитель Семенова Е.Ф.

Нормоконтролер Кручинина А.Д.

Рецензент Сорокина Л.А.

Работа допущена к защите (протокол заседания кафедры от 04.06.18 № 13)

Заведующий кафедрой Карпова Г.А.

Работа защищена с отметкой отлично (протокол заседания ГЭК от 25.06.18 № 1)

Секретарь ГЭК Кручинина А.Д.

Пенза, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ **4**

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ИССЛЕДОВАНИЯХ КАТРАНА, МАСЛИЧНЫХ СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ (КРЕСТОЦВЕТНЫЕ) И ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ) **6**

1.1 Ботаническая характеристика 6

1.2 История изучения 16

1.3 Сравнительная характеристика компонентного состава и биологической ценности продуктов первичной переработки 19

Выводы к главе 1 21

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ **22**

2.1 Объекты исследования 22

2.2 Методы исследования 22

2.2.1 Физико-химический анализ сырья 23

2.2.2 Определение химического состава семян и плодов катрана 24

2.3 Место и условия проведения опытов 26

2.3.1 Ботанический сад Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону) 26

2.3.2 Пензенский НИИ сельского хозяйства (р.п. Лунино Пензенской области) 29

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ **31**

3.1. Морфология 31

3.2 Оценка слизеобразующей способности семян *Crambe* L. 41

3.3 Химический состав сырья 45

Выводы к главе 3 57

Заключение 59

ВЫВОДЫ **60**

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ **62**

Приложение А. 72

Приложение Б 74

Приложение В. 75

ВВЕДЕНИЕ

Использование масличных растений относится к древним временам. Дикорастущие растения уступали по своим свойствам культивируемым. В начале применяли пальмовое и оливковое масла, что способствовало развитию масложировой промышленности [3, 11, 12]. Среди масличных семейства Крестоцветные большой интерес представляют горчица черная (*Brassica nigra* (L.) Koch.), рыжик (*Camelina sativa* Cr.) [14], крамбе, или морская капуста (*Crambe maritima* L.), индау (*Eruca sativa* Lam.), рапс (*Brassica napus oleifera* D.C.) [8-10].

Актуальность работы обусловлена возрастающей потребностью различных отраслей промышленности (пищевой, фармацевтической, медицинской) в масличном сырье.

Это требует решения важнейшей народнохозяйственной задачи – увеличение производства высококачественного растительного масла на основе новых интродуцируемых культур.

Одним из путей решения данной проблемы может быть использование семян и плодов масличных растений семейства Капустные Brassicaceae (Крестоцветные Cruciferae) рода Катран Crambe L.: абиссинского C. abyssinica Hochst. ex R.E. Fr, приморского C. maritima L., сердцелистного C. cordifolia Steven, татарского C. tatarica Sebeok., перистого C. pinnatifida R.Br., Стевена C. steveniana Rupr.

Целью работы являлись морфологический и биохимический анализы семян и плодов видов Crambe L.

В процессе выполнения ВКР были решены следующие задачи:

1. Провести морфологическое исследование семян и плодов.
2. Оценить слизеобразующую способность семян.
3. Изучить химический состав плодов и семян.

4. Определить жирнокислотный состав экстрактового масла из семян и плодов катрана.

Магистерская работа выполнена на 76 листах, содержит 44 рисунка, 20 таблиц, три приложения и список литературы на русском и английском языках из 71 источника.

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОБ ИССЛЕДОВАНИЯХ КАТРАНА, МАСЛИЧНЫХ СЕМЕЙСТВА КАПУСТНЫЕ (КРЕСТОЦВЕТНЫЕ) И ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО СЫРЬЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

1.1 Ботаническая характеристика

Возрастающая потребность различных отраслей промышленности (пищевой, фармацевтической, химической, медицинской) в масличном сырье требует решения важнейшей народнохозяйственной задачи – увеличение производства высококачественного растительного масла. Одним из путей решения данной проблемы в условиях лесостепи Поволжья может быть использование и селекционное улучшение масличных растений семейства Капустные: рыжика, крамбе абиссинской, горчицы белой и редьки масличной [7, 42, 43]. К числу их достоинств относятся: высокая потенциальная продуктивность, скороспелость, холодостойкость, способность переносить почвенную и воздушную засуху, малотребовательность к плодородию почв, особый жирнокислотный состав масла, позволяющий использовать его в пищевых, медицинских и технических целях. Масличные капустные представляют большой интерес как культуры многостороннего использования: актуально их возделывание не только на маслосемена, но и высокобелковый зеленый корм, а также в качестве сидератов и возобновляемых источников целлюлозы и энергии

Несмотря на очевидную сельскохозяйственную и промышленную ценность культур для региона, они не получили широкого распространения Как одну из причин этого можно рассматривать отсутствие сравнительных морфолого-биохимических исследований соответствующих видов и форм.

Кроме того, в регионе практически не выращивают озимые формы масличных культур (исключение - озимый рыжик Пензяк), хотя, как известно, они отличаются большей продуктивностью и масличностью. Поэтому изучение и выявление наиболее адаптированных к местным условиям озимых капустных имеет особо актуальное значение.

Катран (лат. *Crambe)* — род многолетних или однолетних растений семейства Капустные (*Brassicaceae*).

Домен: Эукариоты

Царство: Растения

Отдел: Цветковые

Класс: Двудольные

Порядок: Капустоцветные

Семейство: Капустные

Род: Катран

Международное научное название

Crambe L.

Представители рода — однолетние и многолетние травы или полукустарники.

Лепестки цветов белые, редко золотисто-жёлтые, цельные, к основанию клиновидно суженные. Плод — нераскрывающийся двучленный стручок.

В корнях содержится 7,3-8,9% сахаров, 33-34% сухого вещества, 49-88 мг % аскорбиновой кислоты. По вкусу и воздействию на организм напоминает хрен. Корни употребляют в отварном и печеном виде, из них можно готовить салаты и соусы, использовать при засоле и маринновании томатов, огурцов. Молодые отбеленные листья и стебли отваривают в

подсоленой воде, заправляют маслом и обваливают в панировочных сухарях - получается весьма питательное блюдо.

Катран приморский (лат. *Crambe maritima L.*) — произрастает на Кавказе и в Европе.

Рисунок 1. Катран приморский

Корень длиной до 35 см. Листья продолговатые. Стеблевые листья имеют короткий черешок. Стебель высотой до 60 см., ветвистый. Плоды – нераскрывающиеся двучленные стручки, шаровидные с одним семенем.

Катран татарский (лат. *Crambe tatarica* Sebeok) — многолетнее растение. Растет в Турции и Европе. На территории России – в Сибири и на Кавказе. Корень в верхней части утолщенный, мясистый.Стебель высотой до 100 см. Листья с зубчатым краем. Соцветие раскидистое, широкометельчатое Все растение съедобно. Молодые стебли катрана в Камеристой степи и Воронежской области собирались населением мешками как овощ, который ели сырым и варили как капусту. Из жирного масла изготавливали мыло.

Рисунок 2. Катран татарский

Катран Стевена, или Крымский хрен (лат. *Crambe steveniana* Rupr) — вид рода Катран (*Crambe*) семейства Капустные (*Brassicaceae)*.

Рисунок 3. Катран Стевена

Видовое название получил в честь русского ботаника Христиана Христиановича Стевена. Многолетнее травянистое растение высотой до 1 м. Листья крупные, длиной до 30 см, длинночерешковые, перисторазделные. Соцветия рыхлые, раскидистые, собраны по 10-20 цветков. Цветки белые, обоеполые. Цветёт в мае — июне, плодоносит в июле. Плоды —

четырёхгранные округлые стручочки. Обитает в Восточной Европе. В России встречается на Северном Кавказе, в Краснодарском крае и в Республике Крым [47]. Обитает на равнинах, склонах, карбонатных породах, чернозёмных почвах, встречается в степных сообществах. Редкий вид. Занесён в Красную книгу России; Красные книги Краснодарского и Ставропольского краёв, а также в Красную книгу Украины. Вымирает в связи с выпасом скота в местах своего произрастания и сбором населения в пищевых целях.

Катран сердцелистный – Crambe cordifolia Steven.

Рисунок 4. Катран сердцелистный

Многолетник до 180 см. высотой. Листья по форме напоминают сердце. Произрастает в Предкавказье. Используют как кормовое, овощное, техническое растение, применяют для декоративных целей и в качестве корма животным.

Содержит большое количество протеина. Такого количества протеина в сравнимых условиях не дает ни одна возделываемая в настоящее время культура, в том числе и люцерна.

Предпочитает солнечные места, но растет и в полутени. Почва должна быть умеренно сухая, свежая. Не переносит сырых участков, нуждается в защите от ветра.

Катран перистый (лат. *Crambe pinnatifida* R. Br) — вид двудольных растений рода Катран (*Crambe*) семейства Капустные (*Brassicaceae*).

Рисунок 5. Катран перистый

Встречается в Прикаспийском регионе и на Кавказе

Включен в Красную книгу Крыма, Ставропольского края и Украины .

Катран абиссинский (лат. *Crambe abyssinica* Hochst. ex R. E. Fr.) — род многолетних или однолетних растений семейства Капустные *(Brassicaceae*). Другие названия: Крамбе абиссинский, Горчица абиссинская.

Однолетняя культура. Высотой до 1 м, с небольшими желтыми цветами.

Культивируется в Европе, Японии, США. Используемая часть растения: семена. Масло получают методом механической экстракции. Выход масла: 35-60% (обычно - 35%). Напоминает рапсовое масло, но содержит больше эруковой кислоты. По составу аналогичен акульему жиру.

Рисунок 6. Катран абиссинский

К числу достоинств катрана относятся высокая потенциальная продуктивность, особый состав жирных кислот и биологически активных соединений масла. Этот продукт относится к группе пищевых, легко рафинируется. Его также используют в химической промышленности для производства мыла. Кроме того, издавна известно употребление стеблей и листьев (травы) в пищу, на Кавказе катран назначают как противоцинготное средство, в Индии надземные части применяются при чесотке. Поэтому определенный интерес представляет детальное исследование сырья этой перспективной лекарственной культуры

В 2005 году в Пензенском НИИСХ исследовали 10 сортообразцов отечественной и зарубежной селекции (К- 7, К -8, К- 10, К- 14, К- 21, К-25, К-34, К-35, К-39, К-41) различного эколого-географического происхождения [31, 32. 33]. В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию в РФ, на 2017 год включены четыре сорта крамбе абиссинской: Полет, Деметра, ВИР 1 и ВИР 2, которые рекомендованы по всем регионам возделывания.

Путем контент - анализа научной литературы в растительном сырье (семенах и плодах) катрана выявлены группы фармакологически активных липофильных соединений: полиненасыщенные жирные кислоты, фитостерины, каротины и ксантофиллы, токоферолы [56]. Терапевтическое применение ω-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) частично связано с влиянием на состояние системы эйкозаноидов. Они являются конкурентными антагонистами арахидоновой кислоты - основного субстрата синтеза простагландинов, тромбоксанов и лейкотриенов в организме в составе фосфолипидов клеточных мембран. Фармакологические эффекты ω-6 ПНЖК очень разнообразны и связаны с их конверсией в n-6 эйкозаноиды, которые способны связываться с различными рецепторами, обнаруживаемыми во многих тканях организма. ω-6 ПНЖК конкурентно взаимодействуют с ω-3 ПНЖК, влияя на их депонирование, мобилизацию и конверсию, а также на действие прекурсоров n-3 и n-6 эйкозаноидов. Жиры, содержащие ω-9 ПНЖК, отличаются высокой химической стабильностью, препятствуют формированию холестериновых бляшек на стенках сосудов, противостоят инсулиновой устойчивости (снижение переносимости глюкозы, что увеличивает риск развития диабета), стимулируют иммунитет (табл.1).

Таблица 1 — Фармакологические эффекты липофильных соединений в сырье катрана

Группа соединений	Фармакологические эффекты, в зависимости от уровня воздействия фармакологически активных соединений.		
	Молекулярный и клеточный	Тканевой и органный	Организменный
ω-3 ПНЖК	Эффект модификации спектра эйкозаноидов с увеличением содержания простагландинов. Существенное снижение агрегационной способности тромбоцитов, активности ингибитора тканевого активатора плазминогена,синтеза противовоспалительных цитокинов. Ограничение нарушения электрической стабильности	Уменьшают расстройства сократительной функции сердца. Проявляют вазодилатирующий эффект. Стимулируют Т-клеточный и макрофагальный звенья иммунитета.	Оказывают эффект на сердечно- сосудистую, дыхательную, мочевыделительную систему, положительно влияют на многие уровни иммунитета.
ω-6 ПНЖК	Конверсия в п-6 эйкозаноиды, которые способны связываться с аффинными рецепторами. Омега-6 жирные кислоты конкурентно взаимодействуют с Омега-3, влияя на их депонирование, мобилизацию и конверсию, а также на действие прекурсоров n-3 и п-6 эйкозаноидов.	Способствуют хроническому воспалению суставов и внутренних органов.	Провоцируют атеросклероз, инфаркты, инсульт. Стимулируют Развитие аллергических реакций, астмы, атопического дерматита, остеопороза.
ω-9 ПНЖК	Снижают уровень холестерина. Блокируют ген рака молочной железы Her-2/neu.	Препятствуют формированию холестериновых бляшек на стенках сосудов.	Помогают женщинам предотвратить рак молочной железы. Препятствуют развитию инсулиновой устойчивости.

Продолжение таблицы 1

Группа соединений	Фармакологические эффекты, в зависимости от уровня воздействия фармакологически активных соединений.		
	Молекулярный и клеточный	Тканевой и органный	Молекулярный и клеточный
Фитостерины (брассика-стерин, кампестерин)	Фитостерины являются предшественниками витаминов группы D. Оказывают регулирующий эффект на обмен кальция и фосфора. Снижают уровень общего холестерина и холестерина ЛПНП.	Стимулируют процессы регенерации кожи. Поддерживают репродукцию, сперматогенез.	Повышают иммунный статус организма против микобактерий туберкулеза и снижают интенсивность их размножения. Оказывают антидепрессантное, адаптогенное, противошоковое действие.

Каротиноиды оказывают антиоксидантное действие. Токоферолы играют незаменимую роль во всех репродуктивных процессах: оплодотворении, развитии плода, росте организма, развитии и функционировании половой системы. Витамин Е улучшает потребление кислорода тканями, регулирует коагулирующие свойства крови, создает мономолекулярную пленку на внутренней оболочке артерий, стимулирует рост новых капилляров, разрыхляя тем самым рубцовую ткань. Он оказывает заметное защитное действие при атеросклерозе сосудов (табл.2) [5, 6, 15].

Таблица 2 — Фармакологические эффекты жирорастворимых витаминов и пигментов в сырье катрана

Группа соединений	Фармакологические эффекты, в зависимости от уровня воздействия фармакологически активных соединений		
	Молекулярный и клеточный	Тканевой и органный	Организменный
Каротины и ксантофиллы	Стабилизируют клеточные мембраны, структуры ДНК и энергетический статус клеток. Повышают содержание цитохрома Р-450, активность глутатион-пероксидазы и глутатион-S-трансферазы.	Препятствуют повреждению тканей	Радиопротекторно, антимутагенное, иммуномодулирующе, антиинфекционное, гипохолестеринемическое действие.

Продолжение таблицы 2

Группа соединений	Фармакологические эффекты, в зависимости от уровня воздействия фармакологически активных соединений		
	Молекулярный и клеточный	Тканевой и органный	Молекулярный и клеточный
а, β, γ, δ - токоферолы	Поддерживают содержание ионов калия, магния, кальция и повышают концентрацию ионов натрия и хлора внутри клеток. Препятствуют перекисному окислению липидов мембран - угнетают свободнорадикальное окисление в организме и защищают биополимеры от продуцируемых ими свободных радикалов и перекисей. Регулируют коагулирующие свойства крови, создают мономолекулярную пленку на внутренней оболочке артерий.	Улучшают проницаемость и укрепляют стенку капилляров, стимулируют рост новых, разрыхляя тем самым рубцовую ткань. Поддерживают деятельность семенных каналов яичек; электролитный баланс в мышечной ткани.	Поддерживают репродуктивные процессы, препятствуют возникновению атеросклеротических изменений.

1.2 История изучения

Масличные культуры имеют важное значение, потому что являются сырьем для получения жирных масел (*Crambe maritima* L., *Crambe abyssinica* Hochst. ex R.E.Fr. - источники масла крамбе (Прахова Т.Я. Рыжик (Camelina sativa (L.) и крамбе (Crambe abyssinica Hochst.) – перспекитивные масличные культуры [37]. *Brassica napus* L. - источник рапсового масла [35]. *Brassica campestris* L. - источник сурепного масла, *Brassica juncea* (L.) Czern., *Brassica nigra* (L.) W.D.J.Koch, *Sinapis alba* L. - источники горчичного масла, *Camelina* sativa (L.) Crantz - источник рыжикового масла, или масла рыжика). Знания о растениях, которые принадлежат к семейству крестоцветные,

отмечаются в письменных источниках по ботанике, народной и официнальной медицине.

Род катран (*Crambe*) объединяет большое число видов, часть которых за счёт полезных свойств была известна до работ К. Линнея, основоположника современной таксономии растений. К. Линней в «Species Plantarum» узаконил, известное из работ З. Урнефорда, название рода *Crambe* и описал три вида рода - *C. maritima* L., C. *orientnliaij*, C. *hispanica* L.

Исследовали род катран (Буассье, 1867; Буш, 1908; Шульц, 1919, 1936). Обработку таксонов проводили М. Биберштейн в 1808, К.Ф.Ледебура в 1831, 1842, И. Ф. Шмальгаузен в 1897 годах и другие.

Значительным вкладом в изучение рода *Crambe* являются исследования Буасье. В 1867 году в работе «Flora Orientalio» род *Cranibe* он отнёс к подсемейству *Orthoplaceae*

К обработкам, вышедшим уже в XX веке и касающихся систематики этого рода, относятся работы Н. Буша (1908), О. Шульца (1919), Е. Черняковской (1939), П. Болла (1964), И. Хеджа (1968), А. Гроссгейма (1950) и другие

К. Линней полагал, что растения *Brassica napus* встречались на морских берегах Швеции, на острове Готланд, а также в Голландии и Англии. Фломандские колониалисты, вероятно, принесли его вместе с клевером в область среднего течения Рейна во второй половине XVI века. В Средней Германии, Тюрингии и Саксонии его стали возделывать после 1730 года. К середине XIX века посевы рапса стали распространенными, что было вызвано бурным развитием промышленности и её спросом на техническое масло. Только в Германии площадь рапса к этому времени достигла 300 тыс. гектаров. Из Германии он распространился в Польшу, а затем в Западную Украину. С увеличением производства дешевых минеральных масел в начале XX века, их появление на международном рынке в больших количествах вытеснило из употребления для этих целей рапсовое масло. Это привело к

сокращению посевных площадей рапса в Европе и России. К 1910 году посевные площади рапса в России сократились до 30-40 тысяч гектаров. Первый безэруковый сорт ярового рапса был создан во Всесоюзном НИИ масличных культур и районирован в 1983 году, «00» сорт - в 1985 году. Рапсовое масло используют как биотопливо.

В настоящее время идет селекция на понижение уровня альфа - линолевой кислоты. Так, высокоэруковые сорта рапса с содержанием 65% кислоты и более используют при получении эрукового масла, которое активно применяется при получении пластмасс и других полимеров. Такой подход позволяет экологизировать производство

Горчица белая происходит из Средиземноморья; г. сизая, сарептская или индийская происходит из Восточного Китая. В Индии возделывается горчица черная. Как лекарственное растение выращивается на Украине [28].

Благодаря неприхотливости и области применения, рыжик посевной начали целенаправленно выращивать на территории России в начале XX века. До этого он воспринимался, как сорная трава, пока человек не начал замечать его полезные свойства. Только во второй половине XIX века его начали вводить в культуру. В 40-50-х годах XX столетия посевные территории рыжика занимали около 400 тысяч гектаров. Из рыжика изготавливали масло для осветительных ламп, использовали в косметологии и для лечения разных травм кожного покрова, язв желудка и воспалительных процессов глаз.

В наше время актуально внедрение высокопродуктивных сортов масличной культуры рыжика посевного и запуск производств по переработке семян с целью получения растительного масла, биотоплива, глицериносодержащей продукции и комбикормов [25, 26].-Биотопливо из масла рыжика посевного одобрено международными стандартами ASTM. В 2014 в году в Пензенской области запустили пилотный проект. В ходе его реализации планируется увеличить посевные площади рыжика до сорока

тысяч га, ввести в эксплуатацию 3 установки холодного отжима рыжикового масла производительностью 6000 тонн масла в год, а также запустить производство биодизельного топлива мощностью 3000 тонн в год

1.3 Сравнительная характеристика компонентного состава и биологической ценности продуктов первичной переработки

Растительные масла использовали в косметологии. Они во все времена пользовались у людей большим спросом. Их использовали и как целебное и косметическое средство и как ценный пищевой продукт.

Биологическая ценность жирных масел обусловлена, прежде всего, их высокой энергетической ценностью и содержанием в них незаменимых компонентов – полиненасыщенных жирных кислот.

Сравнивая жирные масла, можно отметить, что наиболее часто применяется горчичное масло. Сейчас выделены гибриды с небольшим содержанием эруковой кислоты, что обеспечивает возможность использования в пищевой промышленности. С пищевыми жирами организм получает жирорастворимые витамины А (ретинол), D (эргокальциферол) и Е (токоферол), причем жиры способствуют более полному усвоению их организмом.

Panc (*Brassica napus* L.) – растение, культивируемое как масличная культура [35]. Масло характеризуется высоким содержанием олеиновой, линолевой кислот.

Рыжик озимый – может применяться в медицине, масло из семян используется как биотопливо.

Катран абиссинский – перспективное растение.

Семена *Crambe abyssinica* обычно содержат около 30% масла с необычайно высоким содержанием мононенасыщенной жирной кислоты –

цис -13-докозановой кислоты. Содержание ее достигает 50% от общего количества жирных кислот. Такое высокое содержание этой кислоты обуславливает исключительные свойства абиссинского масла.

После выдерживания масла в течение 24 часов при температуре 100 ^{0}C измерялось кислотное число и цветность. Не было отмечено изменений ни в том, ни в другом, что показывает исключительную устойчивость абиссинского масла к нагреванию.

Это масло обладает очень высоким коэффициентом устойчивости к окислению. Масло катрана представляет большую ценность не только для пищевой промышленности. Перспективно его использование в профилактических и, возможно, лечебных целях.

Таблица 3 — Физико-химические свойства масел

Наименование масла	Классификация масел	Содержание полиненасыщенных	Доминирующие жирные
Масло крамбе	невысыхающее	30-45	Эруковая
Рапсовое масло	полувысыхающее	35-42	Олеиновая, линолевая
Сурепное масло	полувысыхающее	40-55	Олеиновая, линолевая
Рыжиковое масло	полувысыхающее	60-65	Линоленовая, линолевая
Горчичное масло	полувысыхающее	65	Олеиновая, линолевая
Подсолнечное масло	полувысыхающее	50-70	Олеиновая
Оливковое масло	невысыхающее	60-80	Олеиновая

Выводы к главе 1

1. Катран недостаточно изучен, несмотря на то, что давно культивируется.
2. Сырье не входит в список официального лекарственного растительного сырья.
3. Состав жирного масла катрана и использование в народной медицине предоставляют возможность применять в будущем семена и плоды катрана в фармации и медицинской промышленности
4. Необходимо проведение химического анализа сырья катрана.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ, МЕТОДЫ И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследования

Исследованию подвергались образцы семян и плодов к. татарского, к. перистого, к. приморского, к. сердцелистного, к. Стевена, собранные в Ростовской области; а также образцы к. абиссинского, выращенные в Пензенской области (опытных делянках НИИ сельского хозяйства).

Объектом для изучения служили гексановые экстракты семян и плодов разных видов катрана, культивируемых на территории Ботанического сада Южного федерального университета (Ростов-на-Дону). В результате анализа был установлен качественный и количественный состав гексановых экстрактов [27].

2.2 Методы исследования

Материалы и оборудование:

- линейка;
- аналитические весы ALC-110d4;

Ход работы:

Измеряли линейкой размеры 50 плодов и семян (диаметр и высоту), затем их взвешивали на аналитических весах ALC-110d4 и рассчитывали массу 1000 плодов (семян). Описывали форму, цвет, запах исследуемых образцов.

Работу провели согласно ГФ XIII, том 2 [4]

Микроскопическое исследование изучаемого сырья (плоды, семена) проводили с использованием цифрового микроскопа Minimed (параметры увеличения: 4х10, 10х10, 40х10, 100х10)

Для анализа лекарственного растительного сырья использовали образцы семян и плодов катрана, выполняя попречные срезы и, окрашивая красителями..

Крахмал

Окрашивали раствором Люголя срез на предметном стекле

Крахмальные зерна приобретали синее или сине-фиолетовое окрашивание.

Жирное масло

Окрашивли раствором Судана III. Жирное масло окрашивалось в желтовато-оранжевый цвет.

Эфирное масло.

Эфирное масло окрашивалось в синий цвет после добавления к срезу раствора метиленового синего.

Слизь.

Определяли при помощи черной туши (слизь бесцветная на черном фоне).

2.2.1 Физико-химический анализ сырья

Исследование проводили по методике, разработанной Семеновой Е.Ф. с соавторами (2017), с семенами к. приморского, к. перистого, к. сердцелистного, к. татарского, к. Стевена. Для оценки динамики гидратации использовали 1 миллилитровые медицинские шприцы, в которые помещали семена объемом 0,30 мл и заливали дистиллированной водой до 1 мл. Затем

через временные промежутки: 1, 2, 3, 4, 24, 48, 72 часа проводили определение степени слизеобразования по увеличению объема выборки семян каждого вида. Количественное определение гидратированных полисахаридов осуществляли согласно ГФ XIII методом гравиметрии: взвешивание семян до и после помещения в воду семян катрана

2.2.2 Определение химического состава семян и плодов катрана

В качестве материала для исследования использовали образцы порошкованного сырья катрана: К. абиссинского *C. abyssinica* Hochst. Ex R. E. Fr., К. Татарского *C .tatarica* Sebeók (Pall. ex Gueldenst), К. Стевена *C. stevenianae R*upr., к. приморского *C. Maritime* L., К. Перистого *C. pennitifida R*. Br., К. Сердцелистного *C. Cordifolia* Steven.

Химический состав сырья катрана проводили общепринятыми методиками:

протеин по методу Кьельдаля, состоящему в том, что связанный азот при нагревании органического вещества с концентрированной серной кислотой в присутствии небольшого количества катализатора $CuSO_4$ переходил в сульфат аммония и после добавления щёлочи аммиак отгоняли и по его количеству определяли содержание азота;

фосфор колориметрически с использованием ФЭК путем определения концентрации вещества по интенсивности окраски растворов (по поглощению света растворами);

общую золу (путем сухого озоления, заключающегося в сжигании растительного материала при постепенном повышении температуры от комнатной до 400°С и последующем прокаливании при 400—450 °С;

содержание золы, нерастворимой в 10% растворе соляной кислоты в сырье в процентах (X) вычисляли по формуле:

$$X=\frac{(m1-m2)\times 100}{m2}$$, где

m_1-масса золы, г.;

m- масса золы фильтра, г.;

m_2- масса сырья, г.

жир по Рушковскому: содержание жира (обезжиренный остаток) определяли косвенным путем по разности между массой навески до и после извлечения жира, что позволял в один аппарат Сокслета помещать сразу несколько пакетов с различными пробами материала; клетчатку: по Геннебергу и Штоману в модификации ЦИНАО, основанной на обработке исследуемого вещества растворами серной кислоты и едкой щелочи, спиртом и эфиром и гидролизе серной кислоты при кипячении нерастворимых углеводов (крахмал и частично гемицеллюлоза);

Для установления жирнокислотного состава масла использовался газожидкостный хроматограф Кристалл-2000 М, Россия. Газ-носитель - азот, 40 мл/мин. Твердый носитель - Хроматон N-AW-DMCS, жидкая фаза – неполярная, неподвижная фаза - SE-30, 5%. Испытуемое вещество 1 мкл вводили с помощью микрошприца на стеклянную насадку, расположенную в начале колонки (из нержавеющей стали 2400х0,6 см) и обеспечивающую быстрое испарение вещества и полное смешение его с газом-носителем. Температура колонки 200 ˚С. Детектор пламенно-ионизационный, температура 235 ˚С. Усиленный сигнал записывали самопишущим потенциометром в виде хроматограммы с числом пиков, соответствующим числу определяемых компонентов смеси. Количество каждого компонента высчитывали по площади пика. Продолжительность анализа 40 минут.

2.3 Место и условия проведения опытов

2.3.1 Ботанический сад Южного федерального университета (г. Ростов-на-Дону)

Территория Ботанического сада представляет собой участок донского степного ландшафта площадью 160,5 га, сохранившийся, практически, в центре г. Ростова-на-Дону. В соответствии с ботанико-географическим районированием Ростовской области эта территория относится к приазовскому району, зональная растительность которого представляет собой ксерофитный вариант разнотравно - дерновиннозлаковых степей [13]. Климатические показатели г. Ростова-на-Дону: среднегодовая температура воздуха +8,9 ˚С, средняя температура января –5,7 ˚С, морозы чередуются с оттепелями, средняя температура июля +23 ˚С. Среднегодовое количество осадков – 614 мм, оно изменяется по годам от 288 мм до 932 мм. В целом климат характеризуется как засушливый. Постоянство восточных ветров – характерная черта ветрового режима. Продолжительность вегетационного периода составляет 216 дней [54]. *Crambe tatarica* Sebeok (сем. Brassicaceae) – катран татарский находится в Ботсаду ЮФУ , внесен в Красную Книгу Ростовской области. В настоящее время он занимает участок площадью 405 кв. м, на котором произрастает более 200 разновозрастных особей. Это стержнекорневой многолетник, типичное «перекати-поле», размножается семенами.

Фенологические наблюдения за генеративными интродуцированными растениями катрана татарского показали, что их рост начинается в третьей декаде марта, первые бутоны появляются в середине апреля, а первые цветки – в конце апреля - начале мая, цветение продолжается около месяца. Созревание плодов происходит в июле-августе, при этом большая часть семян созревает в середине июля. К концу августа вся надземная часть

генеративных особей отмирает. У вегетативных растений интенсивный рост розеточных листьев продолжается до конца июля. С конца июля до конца августа на фоне высоких температур воздуха и засухи процессы роста замедляются, а в сентябре-октябре рост розеток возобновляется. С наступлением холодов (конец ноября) листья отмирают. В условиях культуры в Ботсаду ЮФУ *C. tatarica* достигает мощных размеров, обильно цветет и плодоносит, дает самосев .

Crambe pinnatifida R. Br. [*C. maritima subsp. pinnatifida* (R. Br.) Schmal.] (сем. *Brassicaceae*) – катран перисторассеченный был впервые зарегистрирован в Ростовской области в 2009 г. при проведении ботанической инвентаризации памятника природы «Разнотравно-типчаково-ковыльная степь» (Зерноградский район) и при обследовании сохранившихся участков степной растительности в Заветинском районе с целью использования их в качестве потенциальных особо охраняемых природных территорий, ключевых ботанических территорий или других элементов экологической сети Ростовской области.

C. pinnatifida – субэндемичный крымско-причерноморский степной вид, редкий в пределах всего своего ареала, рекомендованный для включения в Красную книгу Ростовской области (Приказ Ростоблкомприроды от 26.07.2010 № 33) в категории редкости 3, как дизъюнктивный вид в единичных изолированных местонахождениях на северной границе ареала. Занесен в Красную книгу Ставропольского края и Красную книгу Украны.

C. pinnatifida –. в Ростовской области растёт в комплексных сухих дерновиннозлаковых степях и в сильно обедненных разнотравно-дерновиннозлаковых степях приазовского варианта.

С целью детального изучения и сохранения *C. pinnatifida* ex situ (в коллекциях и экспозициях живых растений) в Ботаническом саду ЮФУ с 2009 г. осуществляется первичная интродукция и формирование микропопуляции этого вида. Осенью 2011 г. на площади 150 кв. м

произрастало 43 растения, большая часть которых – молодые особи семенного происхождения. Генеративные растения, выращенные в коллекции путем пересадки осенью 2009 г. живых растений из природной популяции, в 2010-2011 гг. прошли полный цикл сезонного развития, массово обильно цвели, плодоносили и в 2011 г. дали первый самосев. Интродуцированные растения катрана перисторассеченного по сравнению с дикорастущими отличаются более крупными размерами. Все это в той или иной степени свидетельствует об успешности первичной интродукции *C. pinnatifida* в Ботанический сад ЮФУ.

Европейско-средиземноморский литоральный вид катран морской (*Crambe maritima* L.) – один из охраняемых видов природной флоры Ростовской области, занесенный в Красную книгу [18, 19. 20] как уязвимый вид (категория редкости)

C. maritima – один из наиболее характерных пионеров заселения ракушечных и песчаных морских литоралей, где обитает в прибойной и намывной полосе в разреженных пионерных группировках. Выше намывной полосы на косах и песчаных берегах он изредка растёт на приморских солончаках и солоноватых лугах. Стенотопность этого вида определяет характер его распространения в Ростовской области, где он спорадически отмечается только на песчаных участках Азовского побережья. При условии относительно невысокой антропогенной (главным образом, рекреационной) нагрузки *C. maritima* встречается в этих местообитаниях с достаточно высоким постоянством. Его географическая популяция на песчаных литоралях восточного сектора Таганрогского залива представляет собой цепь довольно близко расположенных локальных популяций.

Их площади варьируют от 100-300 кв. м до 1-2 и более га, численность – от единичных до 70-80 тыс. и более разновозрастных особей. Весьма изменчива также плотность популяций. Наиболее крупные популяции отмечаются на северном побережье залива, самые малочисленные – на

южном побережье, что обусловлено интенсивной рекреационной нагрузкой. В целом, численность популяций *C. maritima* подвержена колебаниям, причины которых на территории области изучены пока недостаточно. Отметим, что популяции *C. maritima* обитают в условиях природно нестабильной, повышенно динамичной среды экотонных экосистем в переходной зоне взаимодействий суши и морских бассейнов, которой свойственен большой диапазон флуктуаций её естественных параметров.

Катран морской – это стержнекорневой многолетник.Цветет месяц . Созревание плодов происходит в июле-августе. В Ботсаду хорошо цветет и дает плоды. [49, 50].

2.3.2 Пензенский НИИ сельского хозяйства (р.п. Лунино Пензенской области)

Климатические условия Пензенской области способствуют выращиванию катрана, относящейся к длиннодневным растениям, , хорошо переносит понижение температуры [45, 46]. Исследования по возделыванию крамбе абиссинской выполнялись на опытном поле Пензенского научно-исследовательского института в п. Лунино в 2016–2017 годах согласно существующим методикам.

Для крамбе за годы исследования среднесуточная температура была невысокой – 17,0–20,6 °С.

Динамика исследований агроклиматических показателей показала, что среднесуточная температура воздуха периода вегетации за годы исследований превысила климатическую норму на 1,3 ^{o}С, за счет повышения температуры воздуха мая и июля на 2,4 и 2,0 ^{o}С соответственно.

Потепление отмечено и в июне на 1,3 °С, а вот температурный режим августа месяца остался на уровне среднемноголетних данных.

Анализ распределения осадков показал, что за период исследований с 2016 по 2017 годы увеличилось количество осадков. В июне и июле месяцах, на которые приходятся фазы бутонизации и цветения, также прослеживается тенденция к увеличению осадков на 4,4 и 1,2 мм, соответственно. В мае, наоборот, отмечается снижение количества осадков в 1,1 раз, в связи с этим, крамбе необходимо сеять в более ранние сроки (3 декада апреля), чтобы растения могли использовать накопившуюся в почве влагу, за счет зимне-весенних осадков.

Для нормального роста и развития крамбе очень важно, чтобы в период вегетации растений между количеством выпадающих осадков и суммой положительных температур было бы оптимальное соотношение, которое характеризуется коэффициентом ГТК. Для крамбе оптимальное значение гидротермического коэффициента составляет 1,0–1,2

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Морфология

В качестве объекта исследования были использованы семена и плоды разных видов катрана (*Crambe* L.). Как правило, семена коричневого цвета шаровидной формы, заключены в нераскрывающийся стручок (плод) с прочной деревянистой корой диаметром 3-6 мм, бледно-желтого цвета. Створки стручка отличаются сетчато-морщинистой поверхностью, по внешнему виду напоминают орешек.

Рисунок 7. Crambe maritima L. 10.07.2014

Рисунок 8. Crambe maritima L. 15.07.2015

Рисунок 9. Crambe maritima L. 19.07.2017

Рисунок 10. Crambe maritima L. 8.07.2016

Рисунок 11. Crambe abyssinica R.E.Fr. K-41

Рисунок 12. Crambe abyssinica R.E.Fr. K-35

Рисунок 13. Crambe cordifilia Steven 24.07.2017

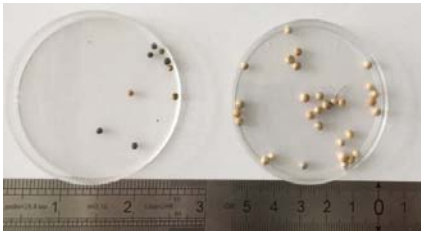


Рисунок 14. Crambe abyssinica R.E.Fr. K-34

Рисунок 15. Crambe abyssinica R.E.Fr. K-21

Рисунок 16. Crambe abyssinica R.E.Fr. K-39

Рисунок 17. Crambe abyssinica R.E.Fr. K-25

Рисунок 18. Crambe abyssinica R.E.Fr. K-14

Рисунок 19. Crambe abyssinica R.E.Fr. K-10

Рисунок 20. Crambe abyssinica R.E.Fr. K-8

Рисунок 21. Crambe abyssinica R.E.Fr. K-7 "Воронежский"

Рисунок 22. Crambe abyssinica R.E.Fr. 2005г. "Воронежский"

Рисунок 23. Crambe abyssinica R.E.Fr. 2013г.

Рисунок 24. Crambe tatarica Sebeok 19.07.2017

Рисунок 25. Crambe steveniana Rupr. 19.07.2017

Рисунок 26. Crambe pinnatifida R. Br. 28.07.2017

Рисунок 27. Crambe pinnatifida R. Br. 18.07.2016

В результате проведенных измерений следует отметить, что наибольшая средняя длина и ширина у семян к. приморского 15.07.2015 года сбора урожая (3,71 и 3,8 мм.) и, соответственно, наименьшая – у семян к.перистого 28.07.17 (1,64 мм. и 1,65 мм.). Среднее значение массы 1000 семян максимальное у к. приморского 19.07.2017 (23,86 г.), минимальное – 6,7г. (к. абиссинский).

Таблица 4 — Размеры семян и плодов катрана, мм

К-34		К-21		К-8		К-7		К-35	
Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян
2,00	2,5	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	2,0	1,5
1,5	1,0	1,2	1,1	1,0	1,2	1,1	1,1	2,1	2,3
2,5	2,5	1,1	1,3	1,2	1,5	1,0	1,2	1,8	1,5
2,3	2,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,9	2,0
1,8	1,5	1,3	1,1	1,2	1,2	1,2	1,0	2,0	1,8
К-39		К-14		К-41		C.abyssinica 2013г семена		к.Стевена	
Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян
1,1	1,2	2,5	2,5	2,0	2,0	2,4	2,0	2,0	2,3
1,1	1,2	2,0	2,0	2,1	2,2	2,5	2,5	2,1	2,5
1,5	1,1	1,5	1,0	2,2	2,1	2,5	2,5	2,0	2,1
1,1	1,1	2,5	2,5	2,2	2,0	1,8	1,8	2,2	2,5
1,1	1,0	1,8	1,5	2,1	2,1	1,9	1,7	2,2	2,5
К-34		К-21		К-8		К-7		К-35	
Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов
2,2	2,0	2,1	2,1	2,1	1,8	2,0	2,2	2,0	2,1
2,1	2,1	2,1	1,8	2,5	2,1	2,2	3,1	2,0	2,0
1,8	2,0	1,8	2,0	2,2	2,8	2,1	2,0	2,1	2,0
2,1	2,1	2,0	2,2	2,1	2,0	2,1	3,0	2,1	2,0
2,2	2,1	1,5	2,0	2,0	2,1	2,2	3,11	2,1	2,2
К-39		К-41		К-14					
Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов				
2,0	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0				
2,1	2,2	2,1	2,2	2,2	2,1				
2,0	2,1	2,2	2,1	1,8	2,0				
1,8	1,8	2,2	2,0	2,1	2,1				
2,1	2,0	2,1	2,1	2,2	2,2				

Таблица 5 — Масса семян и плодов катрана

К-7	К-8	К-41	К-39	К-21
Масса 5 семян =0,0263г Масса семян 1000шт=5,26г Масса 5 плодов=0,0326г Масса 1000 плодов=6,52г	Масса 5 семян шт=0,0290г Масса 1000 семян=5,8г Масса 5 плодов=0,0312 Масса 1000 плодов=8,24г	Масса 5 семян=0,0244г Масса 1000 семян=4,88г Масса 5 плодов=0,0361г Масса 1000 плодов=7,22г	Масса 5 семян=0,0290г Масса 1000 семян=5,8г Масса 5 плодов=0,0302г Масса 1000 плодов=6,04г	Масса 5 семян=0,0279г Масса 1000 семян=5,58г Масса 5 плодов=0,0331г Масса 1000 плодов=6,62г
К-35	К-14	К-34	к.abyssinica 2013г	к. Стевена
Масса 5 семян=0,0293г Масса 1000 семян=5,86г Масса 5 плодов=0,0383г Масса 1000 плодов=7,66г	Масса 5 семян=0,0243г Масса 1000 семян=4,86г Масса 5 плодов=0,0370г Масса 1000 плодов=7,4г	Масса 5 семян=0,0247г Масса 1000 семян=4,94г Масса 5 плодов=0,0402г Масса 1000 плодов=8,04г	Масса 5 семян=0,0336г Масса 1000семян=6,72г	Масса 5 семян=0,0878г Масса 1000 семян=1,75г

Таблица 6 — Размеры семян и плодов катрана, мм

Crambe tatarica 19.07.2017г		*Crambe maritima* L. 19.07.2017г		*Crambe maritime* L. 15.07.2015		*Crambe cordifolia* 24.07.17	
Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян
4,1	3,1	4,3	3,0	5,4	3,9	3,0	2,6
3,0	3,0	3,5	3,2	4,5	3,5	2,5	2,1
3,2	3,0	4,0	3,9	4,5	4,0	3,0	2,8
3,0	3,0	4,1	3,3	5,0	3,6	2,0	1,9
3,2	3,0	3,9	3,7	4,9	3,7	3,3	3,0
4,0	3,5	4,0	3,0	5,3	3,8	4,0	2,6
4,3	3,5	3,8	3,6	5,4	4,0	2,0	1,8
2,0	2,0	4,0	3,5	4,8	3,9	2,0	1,9
3,5	3,0	4,4	3,9	4,9	3,7	3,1	2,7
4,0	4,0	4,3	3,1	5,5	4,0	4,3	3,1

Продолжение таблицы 6

Crambe pinnatifida 28.07.17		*Crambe pinnatifida* 18.07.2016г		*Crambe maritima* 10.07.2014		*Crambe maritima* 08.07.2016	
Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян	Длина семян	Ширина семян
2,3	2,0	2,8	2,0	4,5	3,5	5,0	3,0
2,0	1,7	2,1	1,9	5,0	3,5	4,3	2,5
1,8	1,5	3,0	2,8	4,5	3,0	4,5	3,0
2,0	1,8	3,1	2,5	5,0	4,0	6,0	3,5
1,6	1,5	3,5	3,0	5,5	4,5	4,0	3,5
2,1	1,9	2,6	2,1	4,5	3,0	6,5	4,0
1,5	1,3	2,3	2,0	4,5	3,3	4,5	3,0
2,3	1,8	3,1	2,8	5,5	3,0	5,0	3,5
1,9	1,6	2,1	1,8	4,5	3,5	4,5	2,5
1,5	1,3	2,0	1,8	5,5	3,0	5,5	3,0
Crambe cordifolia 24.07.17		*Crambe maritima* L. 19.07.2017г		*C.Steviane* 04.12.17Г		*Crambe pinnatifida* 28.07.17	
Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов
7,5	5,0	9,5	8,0	6,0	5,0	4,5	4,0
6,5	5,0	7,5	7,5	7,5	5,5	3,8	3,6
6,5	5,5	1,5	9,0	7,0	6,0	3,1	3,0
5,5	4,5	9,0	8,0	6,5	5,0	4,0	3,8
4,5	3,5	8,0	7,0	7,0	6,5	5,0	4,7
6,5	5,0	5,0	5,0	6,0	5,0	3,6	3,4
6,0	5,0	9,5	7,5	5,5	5,0	4,7	4,3
5,5	4,5	5,5	5,5	6,5	5,5	3,1	3,0
6,5	5,0	8,0	8,5	6,0	6,0	4,1	3,8
7,0	6,5	7,0	6,5	6,5	5,5	4,0	3,8

Таблица 7 — Размеры плодов и семян катрана, мм

Crambe pinnatifida 18.07.2016г		*Crambe maritima* 08.07.2016		Crambe maritima L. 15.07.2015		*Crambe maritima* 10.07.2014	
Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов
3,1	3,0	8,5	7,5	8,5	6,0	9,0	6,5
4,8	4,5	8,3	7,0	10	8,5	7,5	6,0
4,0	3,8	10	8,5	9,5	8,0	9,0	7,5
3,6	3,5	9,5	8,0	9,0	8,0	7,0	5,5

Продолжение таблицы 7

Crambe pinnatifida 18.07.2016г		*Crambe maritima* 08.07.2016		Crambe maritima L. 15.07.2015		*Crambe maritima* 10.07.2014	
Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов	Длина плодов	Ширина плодов
3,5	3,3	11,5	8,5	10,5	7,0	5,5	5,0
4,3	4,0	9,0	7,5	8,5	7,0	6,0	5,5
3,8	3,6	9,5	8,0	9,0	8,0	7,5	6,0
4,8	4,5	9,0	7,5	8,0	7,5	9,0	7,0
3,9	3,6	10,5	9,0	8,0	6,5	6,0	5,0
2,8	2,6	9,5	8,0	8,0	7,5	8,5	7,5

Таблица 8 — Масса семян и плодов катрана, г

Crambe tatarica 19.07.2017г	Масса 10 семян= 0,1285 масса 1000 семян=12,85 масса 10 плодов=0,2814 масса 1000 плодов=28,14
Crambe maritima L. 19.07.2017г	Масса 5 семян=0,1193 масса 1000 семян=23,86 масса 10 плодов=0,5031 масса 1000 плодов=50,31
Crambe maritime L. 15.07.2015	Масса 10 семян=0,1906 масса 1000 семян=19,06 масса 10 плодов=0,4931 масса 1000=49,31
*Crambe cordifoli*a24.07.17	Масса 10 семян=0,1490 масса 1000 семян=14,9 масса 10 плодов=0,2842 масса1000 плодов=28,42
Crambe pinnatifida 28.07.17	Масса 10 семян=0,1392 масса 1000 семян=13,92 масса 10 плодов=0,5072 масса 1000 плодов=50,72
Crambe pinnatifida 18.07.2016г	Масса 10 семян=0,2174 масса 1000 семян=21,74 масса 10 плодов=0,2814 масса 1000 плодов=41,05
Crambe maritima 10.07.2014	Масса 10 семян=0,2182 масса 1000 семян=21,82 масса 10 плодов=0,4372 масса 1000 плодов=43,64
Crambe maritima 08.07.2016	Масса 10 семян=0,1974 масса 1000 семян=19,74 масса 10 плодов=0,3949 масса 1000 плодов=39,49
Crambe Steviane 04.12.17	Масса 10 семян=0,1806 масса 1000 семян=18,06 масса 10 плодов=0,4578 масса 1000 плодов=45,78

Наивысшие значения 7,5 мм (средняя длина) и 7,9 мм. (средняя ширина) плодов характерны для к. приморского 8.07.2016 года сбора урожая; наименьшие – 3,0 мм. (средняя длина) и 3,1 мм. (средняя ширина) – для к

татарского 19.07.17. Масса 1000 плодов к. перистого 28.07.2017 - 50,72 г.; и к. абиссинского - 8,52 г.

Таблица 9 — Морфометрическая характеристика плодов катрана

Вид	Длина	σ (среднее квадратичное отклонение)	Коэффициент вариации, ×100%	Ширина	среднее квадратичное отклонение)	Коэффициент вариации, ×100%	Масса 1000 шт
Приморский 10.07.14	6,0±0,5	2,37	0,39	6,2±0,08	1,78	0,29	43,64±0,00
Приморский 15.07.15	8,0±0,5	1,58	0,19	7,4±0,38	0.96	0,13	49,31±0,03
Приморский 8.06.16	7,5±0,1	0,91	0,12	7,9±0,1	0,69	0,09	39,49±0,02
Приморский19.07.17	7,7±0,2	1,29	0,17	7,8±0,1	0,51	0,07	28,14±0,03
Перистый 18.07.16	3,5±0,1	2,2	0,63	3,6±0,1	1,6	0,44	41,05±0,04
Перистый 28.07.17	3,7±0,1	0,56	0,15	3,7±0,2	0,22	0,06	50,72±0,01
Татарский 19.07.17	3,01±0,5	0,1	0,03	3,0±0,2	0,1	0,03	28,14±0,03
Сердцелистный 24.07.17	4,7±0,2	0,27	0,08	4,9±0,2	0,1	0,02	28,42±0,02
Стевена 4.07.17	5,5 ±0,5	0.41	0,07	5,3±0,1	0.25	0,26	45,78±.01
Абиссинский 2013	4,1±0,5	0,1	0,02	4,0±0,1	0,16	0,04	8,52±0,03

Таблица 10 — Морфометрическая характеристика семян катрана

Вид	Длина	σ (среднее квадратичное отклонение)	Коэффициент вариации, ×100%	Ширина	σ (среднее квадратичное отклонение)	Коэффициент вариации, ×100%	Масса 1000 шт
Приморский 10.07.14	3,1±0,5	0,69	0,23	3,3±0,5	0,2	0,06	21,82±0,0012

Продолжение таблицы 10

Вид	Длина	σ (среднее квадратичное отклонение)	Коэффициент вариации, ×100%	Ширина	σ (среднее квадратичное отклонение)	Коэффициент вариации, ×100%	Масса 1000 шт
Приморский 15.07.15	3,7±0,5	0,74	0,2	3,8±0,2	0.22	0,08	19,07±0,032
Приморский 8.06.16	3,0±0,1	1,65	0,55	3,1±0,1	0,42	0,14	19,74±0,023
Приморский 19.07.17	3,41±0,2	0,66	0,19	3,40±0,1	0,32	0,11	23,86±0,034
Перистый 18.07.16	2,21±0,1	0,43	0,19	2,22±0,1	0,15	0,08	21,74±0,046
Перистый 28.07.17	1,65±0,1	0,48	0,28	1,64±0,2	0,48	0,03	13,92±0,052
Татарский 19.07.17	2,0±0,5	1,64	0,82	1,9±0,2	1,15	0,61	12,85±0,045
Сердцелистный 24.07.17	2,45±0,2	0,07	0,03	2,49±0,2	0,03	0,01	14,9±0,051
Стевена 4.07.17	2,38±0,5	0,26	0,11	2,35±0,1	0,14	0.07	18,06±0,041
Абиссинский 2013	2,10±0,5	0,35	0,18	2,12±0,1	0,3	,015	6,72±0,043

Увеличение среднего квадратичного отклонения свидетельствует о большом разбросе значений. Малое значение – значения располагаются вокруг среднего. Наибольшее значение среднего квадратичного отклонения у плодов к.приморского 10.07.14 и у семян к. татарского 19.07.17, что свидетельствует о неодинаковом размере плодов и семян.

Совокупность считается однородной, если коэффициент вариации не превыщает 33%. Значительно высокий коэффициент вариации у плодов к.

приморского 10.07.14 (39%); у семян к. татарского (82%). Следовательно, их совокупность неоднородна.

В соответствии с ГОСТ 10855-64 определяли лузжистость. Ее вычисляли по формуле:

$X=\frac{m1}{m}\times 100\%$, где

m_1 – масса плодовых оболочек;

m – масса плодов.

Таблица 11 — Лузжистость семян видов катрана, в %

Вид	Значение лузжистости
Приморский 10.07.14	50
Приморский 15.07.15	56
Приморский 8.06.16	51
Приморский19.07.17	15
Перистый 18.07.16	47
Перистый 28.07.17	72
Татарский 19.07.17	54
Сердцелистный 24.07.17	49
Стевена 4.07.17	60
Абиссинский 2013	21

Показатель лузжистости оказывает влияние на масличность семян, а также на устойчивость семян к поражению вредителями и болезнями. Существует следующая зависимость: чем меньше лузжистость, тем выше масличность. Таким образом, у к.абиссинского минимальное значение лузжистости (21%) и максимальный этот показатель у к.перистого 28.07.17 (72%).

3.2 Оценка слизеобразующей способности семян *Crambe* L.

Семена состоят из трех основных частей: оболочки, эндосперма и зародыша. Наружный слой оболочки семени представлен клетками, способными набухать и ослизняться при намачивании водой. Растительные слизи представляют собой смесь высокомолекулярных полисахаридов, отличающихся между собой по физико-химическим свойствам. В ходе опыта для всех видов обнаружена нелинейная динамика ослизнения. Предположительно, обнаруженная динамика увеличения объема гидратированных семян катрана может быть связана с неодновременным набуханием и переходом в раствор различных фракций слизеобразующих полисахаридов. На основании результатов проведенного эксперимента, по степени слизеобразования исследуемые семена можно разделить на две группы: со средним уровнем (*C. maritime* L., *C. pinnatifida* R. Br, *C. cordifolia* S, *C. Steveniana* f. Oxycarpa Rupr.) и высоким уровнем (*C. tatarica* Pall. Ex Gueldenst) (рис 28).

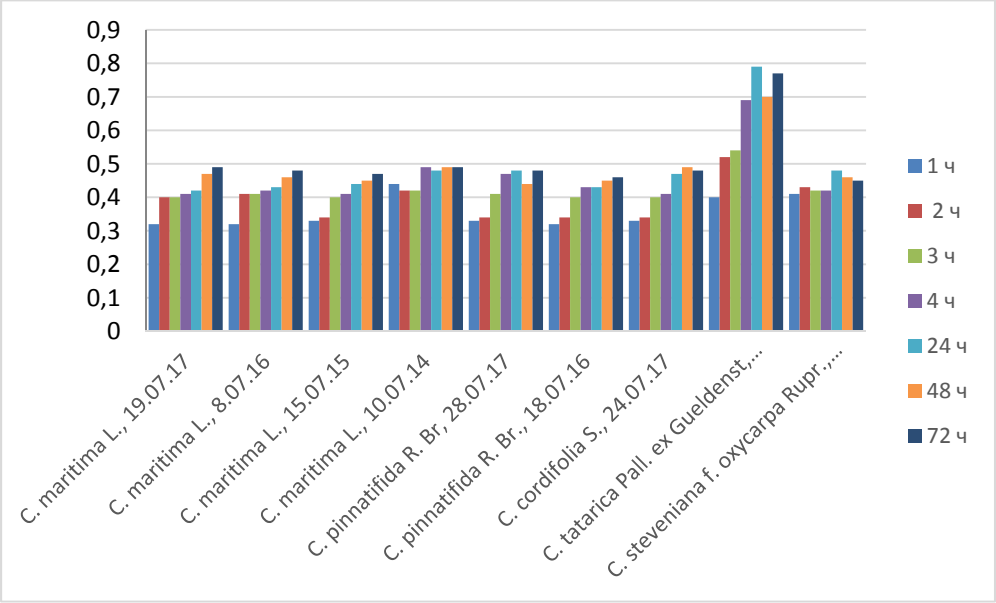


Рисунок 28. Ранжирование степени слизеобразования (увеличения объема при гидратации) цельных семян катрана

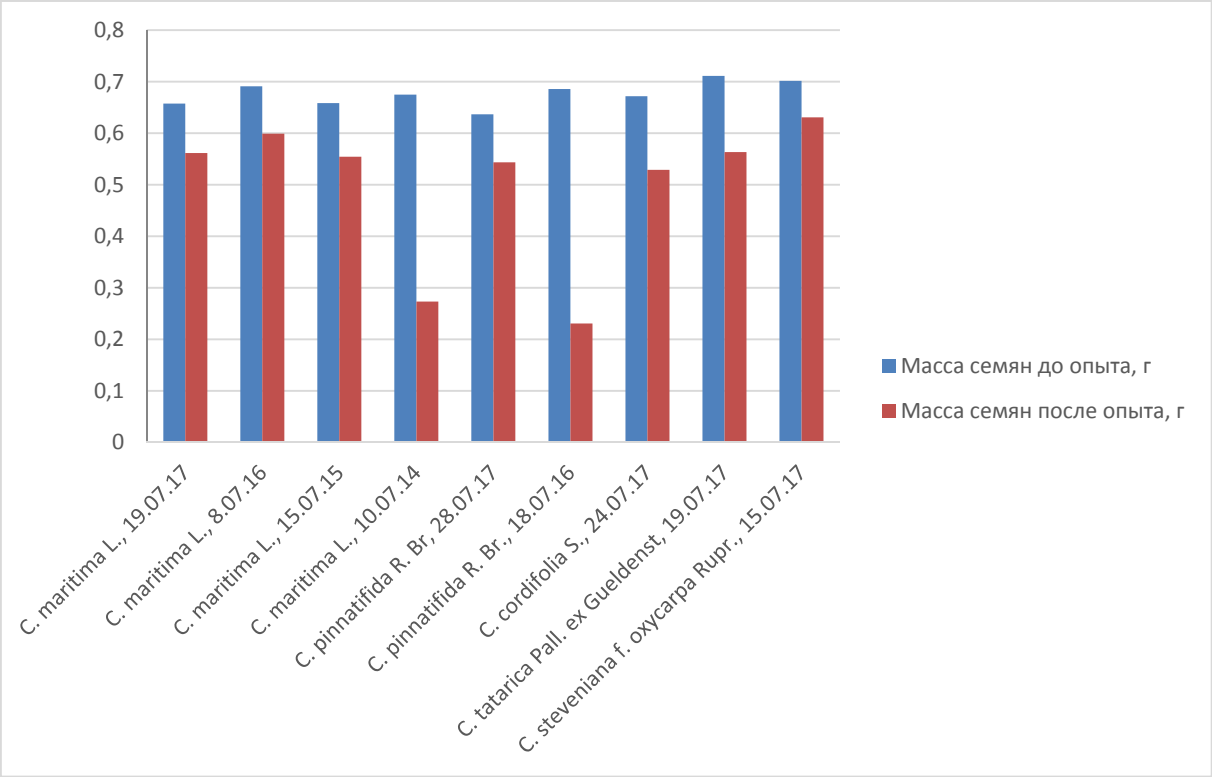


Рисунок 29. Изменение массы семян исследуемых сортов катрана в процессе гидратации

Таблица 12 — Слизеобразующая способность семян катрана

Название	Слизеобразующая способность, Δ мл	
	на г воздушно- сухих семян	На 1000 семян
C.maritimaL., 19.07.17	0.2890±0.008	27.14±0.008
C.maritimaL., 8.07.16	0.2600±0.0076	25.71±0.0076
C.maritimaL., 15.07.15	0.2581±0.007	21.25±0.007
C.maritimaL., 10.07.14	0.2815±0.0631	23.75±0.0631
C.pinnatifida R. Br, 28.07.17	0.2827±0.0765	22.50±0.0765
C.pinnatifida R. Br.,18.07.16	0.2333±0.0565	22.86±0.0565
C.cordifoliaS.,24.07.17	0.2679±0.0727	22.50±0.0727
C. tatarica Pall. ex Gueldenst, 19.07.17	0.6607±0.5407	24.74±0.5407

Продолжение таблицы 12

Название	Слизеобразующая способность, Δ мл	
	на г воздушно- сухих семян	На 1000 семян
C. steveniana f. oxycarpaRupr., 15.07.17	0.2138±0.0421	16.70±0.0421

*Примечание. Δ мл - прирост объема.

В многослойной семенной кожуре содержится разбухающий (слизистый) слой (состоит из одного или нескольких рядов паренхимных клеток, которые благодаря особенностям своего химического состава могут впитывать большое количество воды и сильно разбухать). Анализ локализации слизеобразующих полисахаридов в семенах катрана показал наличие нескольких, отличающихся по интенсивности гидратации фракций слизей. Выявлены видовые различия по динамике увеличения концентрации растворов слизеобразующих полисахаридов при замачивании семян в дистиллированной воде. По совокупности физико-химических признаков слизи катрана отнесены к коллоидам. Исследования показали, что виды катрана отличаются различным уровнем слизеобразующих полисахаридов.

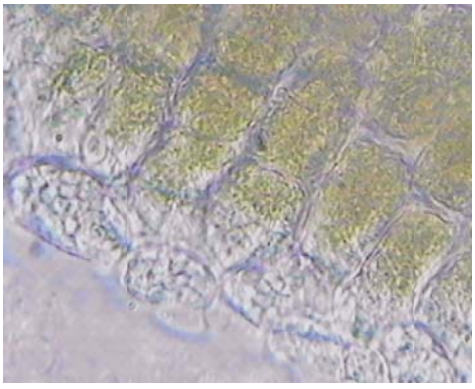


Рисунок 30. Поперечные срезы семян к. приморского 2017, увеличение 40×, окрашенные водным раствором чёрной туши (2:1)

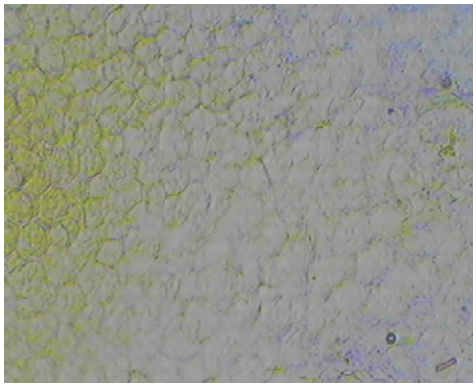


Рисунок 31. Поперечные срезы семян приморского 2017, увеличение 10×, окрашенные водным раствором чёрн туши (2:1)

Рисунок 32. Поперечные срезы семян к. приморского 2017, увеличение 10×, окрашенные водным раствором чёрной туши (2:1)

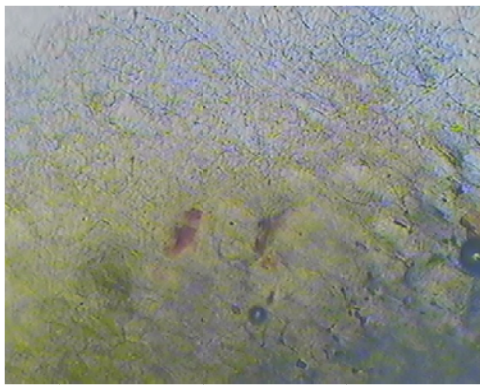


Рисунок 33. Поперечные срезы семян к. приморского 2017, увеличение 10×, окрашенные водным раствором чёрной туши (2:1)

Рисунок 34. Поперечные срезы семян к. катрана перистого 2017, увеличение 10×, окрашенные водным раствором Люголя (1%)

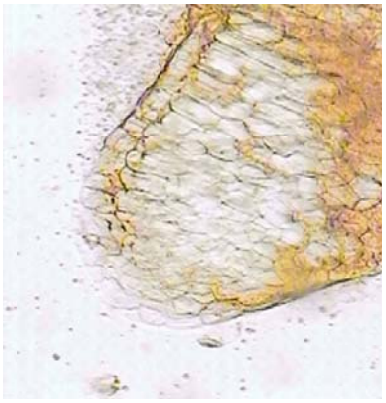


Рисунок 35. Поперечные срезы семян к. сердцелистного 2017, увеличение 10×, окрашенные спиртовым раствором красителя Судан III (0,2%)

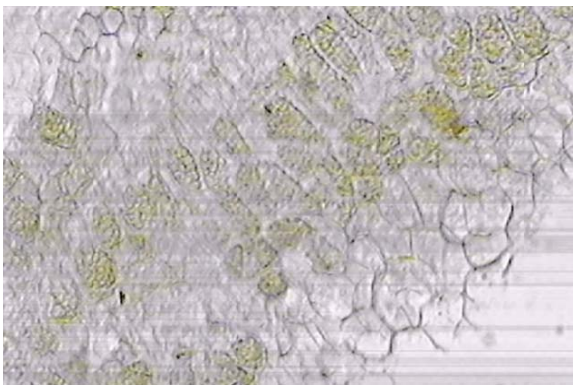


Рисунок 36. Поперечные срезы семян к. катрана сердцелистного 2017, увеличение 40×, окрашенные водным раствором Люголя (1%)

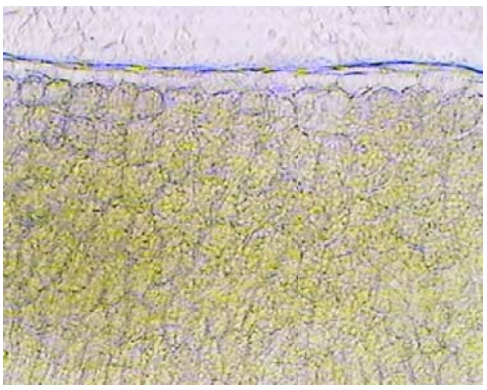


Рисунок 37. Поперечные срезы семян к. сердцелистного 2017, увеличение 10×, окрашенные спиртовым ратвором метилеленового синего (0,02%)

Рисунок 38. Поперечные срезы семян к. приморского 2014, увеличение 10×, окрашенные спиртовым раствором Судана III (0,2%)

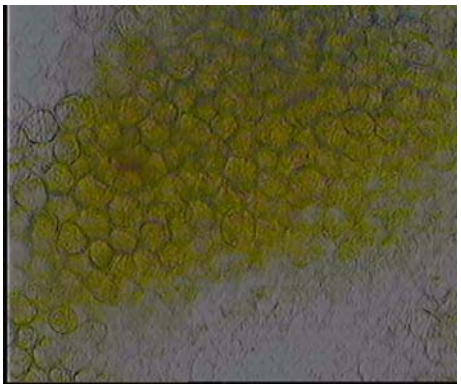


Рисунок 39. Поперечные срезы семян к. приморского 2015, увеличение 10×, окрашенные спиртовым раствором метиленового синего (0,02%)

При рассмотрении поперечного среза семян с поверхности, эндокарп состоит из мелких прямоугольных клеток. Эндосперм состоит из довольно крупных клеток с утолщенными стенками и содержит жирное масло, эфирное масло, крахмальные зерна, слизь.

3.3 Химический состав сырья

Нами определены некоторые числовые показатели в образцах семян изучаемых видов катрана (табл.13).

Таблица 13 — Химический состав семян разных видов катрана, % (средние значения)

Ботанический вид	протеин	фосфор	клетчатка	жир	Общая зола	зола, нерастворимая в HCl	влажность сырья
C. maritima	19,18	0,34	13,06	43,41	4,99	0,02	7,50
C. tatarica	15,83	0,34	9,53	53,27	4,80	0,04	7,70

Продолжение таблицы 13

Ботанический вид	протеин	фосфор	клетчатка	жир	Общая зола	зола, нерастворимая в HCl	влажность сырья
C. pinnatifida	19,97	0,42	15,29	44,64	5,03	0,07	7,65
C. cordifolia	22,07	0,48	22,78	34,62	5,14	0,02	6,90
C. stevianae	22,28	0,50	13,51	41,50	8,36	0,14	7,90
C. abyssinica	26,70	0,72	16,70	46,50	5,08	0,01	12,00

Наивысшие количественные показатели жира у к. татарского (53,27%). Максимальное значение протеина и фосфора у к. абиссинского (26,70% и 0,72%, соответственно) и минимальное - у к. татарского (15,83% и 0,34%, соответственно). Содержание золы наибольшее у К. Стевена (8,36%). Промежуточное положение по содержанию протеина и жира занимают образцы сырья к. приморского и к. перистого.

Анализируя химический состав сырья по годам сбора урожая к. приморского (табл. 13), можно отметить, что наибольшее количество протеина и фосфора содержится в семенах полугодичного срока хранения, жира и золы – при хранении в течение 2,5 лет, клетчатки – 3,5 лет. Четко выражена тенденция увеличения содержания протеина и уменьшения содержания клетчатки и жира в сырье при продолжительном хранении. Возможно, это связано как с погодными условиями вегетационного периода (формирования урожая), так и с генетическими особенностями и сроками хранения образцов. Влажность семян за 4 года сбора урожая составила 7,0 – 7,9%, что соответствует требованиям хранения лекарственного и пищевого растительного сырья.

Таблица 14 — Изменчивость содержания основных компонентов сырья катрана приморского C. maritima L. при хранении, %

дата сбора урожая	срок хранения	протеин	фосфор	клетчатка	жир	зола	влажность
10.07.14	3,5 года	17,98	0,33	15,99	41,94	5,83	7,0
15.07.15	2,5 года	17,31	0,33	13,21	46,92	6,71	7,5
08.07.16	1,5 года	18,50	0,34	11,16	45,30	2,60	7,9
19.07.17	0,5 года	22,95	0,35	11,89	39,49	4,85	7,5

Благодаря высокому содержанию жирного масла в семенах катрана, возможно его использование в пищевой, химической и фармацевтической промышленности.

Таблица 15 — Растворимость золы в соляной кислоте

№ тигля	Масса тигля без золы	Масса тигля с золой плодов	№ золы
13	11,1686	11,1879	13
1	10,8169	10,8218	14
11	10,4366	10,4565	15
3	9,5565	9,5722	16
16	11,0622	11,0850	17
18	24,2502	24,3502	18
15	10,8353	10,8525	19
8	10,5657	10,5920	20
7	10,5931	10,6492	21
14	9,6487	9,6572	1
4	10,6488	10,7137	2
5	11,7247	11,7423	3
6	10,3208	10,3587	4
2	10,4347	10,4756	5
9	10,0395	10,1703	6
12	25,8928	25,9143	7
10	26,2052	26,2153	8
17	13,6239	13,6569	9

Зола плодов катрана:

13-к. приморский 10.07.14

14-к. приморский 8.07.16

15-к. перистый 28.07.17

16-к. приморский 19.07.17

17-к. сердцелистный 24.07.17

18-к. приморский 15.07.15

19-к. татарский 19.07.17

20-к. перистый 18.07.16

21-к. стевена 15.07.17

Зола семян катрана:

1-к. приморский 10.07.14

2-к. татарский 19.07.17

3-к. перистый 28.07. 17

4-к. перистый 18.07.16

5-к. сердцелистный 24.07.17

6-к. приморский15.07. 15

7-к. приморский 8.07.16

8-к. приморский 19.07. 17

9-к. стевена 15.07.17

Таблица 16 — Содержание золы, нерастворимой в 10% хлористоводородной кислоте, в %

№ Тигля	№ Золы и вид катрана	Масса золы
13	13-к. приморский	0,3121
1	14-к. приморский	0,0708
11	15-к. перистый	0,3333
3	16-к. приморский	0,2876
16	17-к. сердцелистный	0,4066
18	18-к. приморский	0,3546
15	19-к. татарский	0,6269
8	20-к. перистый	0,5505
7	21-к. стевена	0,6435

Продолжение таблицы 16

14	1-к. приморский	0,01
4	2-к. татарский	0,6674
5	3-к.перистый	0,3210
6	4-к.перистый	0,4432
2	5-к. сердцелистный	7,4700
9	6-к. приморский	5,3916
12	7-к. приморский	0,3729
10	8-к. приморский	0,1842
17	9-к.стевена	0,4722

После прокаливания остатка золы плодов к. Стевена в тигле масса золы составила максимальное значение 0,6269%, что свидетельствует о присутствии кремнекислых соединений в сырье, нерастворимых в 10% растворе соляной кислоты. Минимальное значение (0,01%) кремнекислых соединений содержится в сырье к. приморского 10.07.14.

Таблица 17 — Жирнокислотный состав семян C. maritimeL (1-4). и C. pinnatifida R. Br.(5,6),%

Концентрация жирной кислоты, %		Миристиновая	Пентодевканоая	Пальмитиновая	Пальмитолеиновая	Линоэлодиновая	Маргариновая	Маргариноленовая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая	Линоленовая	Арахиновая	Эйкозеновая (гондоиновая)	Эйкозадиеновая	Арахидоновая	Бегеновая	Эруковая	13,16Докозадиеновая	Лигноцериновая	Нервоновая (Селахолевая)
1	19.07.17	0.08	0.03	1.84	0.17	0.03	0.02	0.05	0.54	27.79	22.87	6.02	0.20	14.97	0.86	0.07	0.15	22.96	0.17	0.09	1.07
2	8.07.16	0.06	0.03	1.34	0.12	0.01	0.01	0.02	0.55	25.95	25.44	5.82	0.24	15.46	1.20	0.08	0.18	22.58	0.21	0.06	0.63
3	*15.07.15*	0.06	0.03	1.72	0.16	0.02	0.01	0.04	0.55	29.63	22.65	6.44	0.21	15.50	0.91	0.08	0.13	20.59	0.16	0.11	0.97
4	10.07.14	0.08	0.02	1.65	0.18	0.04	0.01	0.07	0.50	27.72	21.74	7.90	0.20	17.03	0.91		0.14	20.98	0.16		0.67
	σ (среднее квадратичное отклонение	0,01		0,22	0,03	0,01		0,02	0,02	1,5	1,58	0,94	0,02	0,9	0,15	0,02	0,02	1,17	0,04	0,05	0,22
	CV	15,7		13,40	16,30	33,30	40,00	50,00	4,4	5,4	6,8	14,4	4,0	5,7	15,5	66,7	13,3	5,4	22,20	71,4	26,2
5	28.07.17	0.05	-	0.02	1.28	0.11	0.02	0.02	0.02	0.48	25.9	25.4	7.08	0.20	15.39	1,.20	0.11	0.15	21.71	0.22	-
6	18.07.16	0.07	0.02	0.03	1.92	0.20	0.03	0.01	0.05	0.43	24.9	23.1	11.7	0.17	16.81	1.18	0.14	0.10	18.23	0.16	0.03
	σ (среднее квадратичное отклонение	0,01	-	0,01	0,45	0,06	0,01	0,01	0,02	0,04	0,71	1,63	3,26	0,02	1,00	0,01	0,02	0,03	2,19	0,04	-
	CV	23,57	-	28,00	28,28	41,06	28,00	47,14	57,14	7,77	2,80	6,70	34,80	11,59	6,20	1,19	16,00	28,28	10,99	22,33	-

Таблица 18 — Жирнокислотный состав семян ботанических видов катранаCrambeL.

Видовое название	Миристиновая	Миристинолеиновая	Пентодекановая	Пальмитиновая	Пальмитолеиновая	Линоэлодиновая	Маргариновая	Маргариноленовая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая	Линоленовая	Арахиновая	Эйкозеновая (гондоиновая)	Эйкозадиеновая	Арахидоновая	Бегеновая	Эруковая	13,16 Докозадиеновая	Лигноцериновая	Нервоновая (Селахолевая)
maritima	0.07	-	0.03	1.64	0.16	0.03	0.01	0.04	0.54	27.78	23.18	6.54	0.06	15.74	0.97	0.06	0.15	21.78	0.18	0.07	0.84
cordifolia	0.05	-	0.03	2.62	0.18	0.02	0.02	0.05	0.51	30.93	16.99	5.12	0.25	15.85	0.55	-	0.16	25.39	0.18	0.08	1.03
pinnatifida	0.07	0.01	0.01	1.60	0.15	0.02	0.02	0.04	0.45	25.39	24.24	9.49	0.37	16.09	1.19	0.13	0.13	19.98	0,19	0.02	0.68
tatarica	0.07	-	0.03	1.61	0.11	0.04	0.03	0.05	0.51	25.21	25.56	6.49	0.30	15.00	1.21	0.29	0.15	22.68	0.27	-	0.41
stevianae	0.05	-	0.03	1.39	0.11	0.02	0.02	0.02	0.46	25.41	26.10	6.67	0.17	15.5	1.18	0.08	0.11	21.85	0.19	-	0.63
abyssinica	-	-	-	-	1,32	-	-	-	0,61	15,74	8,26	7,83	-	2,76	-	-	-	57,9	-	-	-

Таблица 19 — Жирнокислотный состав плодов катрана

Концентрация жирной кслоты, %		Миристиновая	Миристинолеиновая	Пентодекановая	Пальмитиновая	Пальмитолеиновая	Линоэлодиновая	Маргариновая	Маргаринолеиновая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая	Линоленовая	Арахиновая	Эйкозеновая (гондоиновая)	Эйкозадиеновая	Арахидоновая	Бегеновая	Эруковая	13,16 Докозадиеновая	Лигноцериновая	Нервоновая (Селахолевая)
1	C. maritima L.	0.06		0.02	1.63	0.15	0.02	0.01	0.04	0.53	27.7	23.1	6.54	0.21	15.7	0.96	0.05	0.15	21.7	0.17	0.06	0.838
2	C. cordifolia L.	0.054		0.02	2.62	0.17	0.02	0.01	0.04	0.51	30.9	16.9	5.12	0.2	15.9	0.55		0.16	25.4	0.18	0.08	1.025
3	C. pinnatifida R. Br.	0.057	0.01	0,02	1.6	0.15	0.02	0.01	0.03	0.45	25.3	24.2	9.40	0.37	16.1	1.19	0.13	0.13	19.9	0,19	0.02	0.683
4	C. tatarica L.	0.07		0.02	1.60	0.11	0.03	0.02	0.05	0.50	25.2	25.5	6.49	0.29	15.00	1.20	0.29	0.15	22.6	0.26		0.407
5	C. stevianae L.	0.04		0.02	1.39	0.10	0.01	0.02	0.02	0.46	25.4	26.0	6.67	0.17	15.5	1.18	0.07	0.11	21.7	0.18		0.627

Таблица 20 — Жирнокислотный состав плодов C. maritime L (1-4). и C. pinnatifida R. Br.(5,6),%

	Концентрация жирной кислоты, %	Миристиновая	Миристинолеиновая	Пентодекановая	Пальмитиновая	Пальмитолеиновая	Линоэлодиновая	Маргариновая	Маргаринолеиновая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая	Линоленовая	Арахиновая	Эйкозеновая (гондоиновая)	Эйкозадиеновая	Арахидоновая	Бегеновая	Эруковая	13,16Докозадиеновая	Лигноцериновая	Нервоновая (Селахолевая)
1	C. maritima L. 19.07.17	0,04		0,02	1,34	0,10	0,02	0,02	0,04	0,52	25,09	26,03	7,16	0,19	15,41	1,200	0,08	0,14	21,74	0,21	0,0	0,61
2	C. maritima L. 15.07.15	0,03		0,02	1,24	0,09	0,02	0,01	0,04	0,42	25,27	25,66	6,21	0,16	15,48	1,13	0,09	0,14	23,06	0,20	0,06	0,66
3	C. maritima L. 08.07.16	0,04		0,02	1,27	0,12	0,02	0,01	0,04	0,47	25,74	25,02	5,91	0,21	15,82	1,19	0,08	0,16	22,98	0,20	0,05	0,64
4	C. maritima L. 10.07.14	0,04		0,02	1,15	0,09	0,03	0,01	0,04	0,42	24,48	25,79	6,74	0,17	15,22	1,22	0,09	0,15	23,33	0,23	0,05	0,70
	σ (среднее квадратичное отклонение)	0,01		0,01	0,08	0,01	0,01	0,01	0.01	0,05	0,5	0,42	0,45	0,02	0,25	0,04	0,01	0,01	0,70	0,02	0,01	0,09
	CV	16,2		27,77	6,11	6,70	21,74	38,40	13,16	10,90	1,90	1,61	6,80	9,11	1,62	3,26	1,66	6,48	3,09	7,75	9,52	14,51
5	C. pinnatifida R. Br. 18.07.16	0,05		0,02	1,70	0,14	0,01	0,01	0,06	0,45	27,97	22,63	5,86	0,18	15,04	0,84	0,06	0,13	23,43	0,17	0,08	1,12
6	C. pinnatifida R. Br. 28.07.17	0,05		0,02	1,62	0,13	0,02	0,0	0,05	0,53	29,71	22,47	6,35	0,19	15,76	0,87	0,08	0,137	20,85	0,16	0,07	0,92
	σ (среднее квадратичное отклонение	0,01		0,01	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	1,27	0,09	0,35	0,01	0,51	0,02	0,01	0,01	1,83	0,01	0,01	0,14
	CV	12,85		5,13	3,41	8,28	28,28	47,33	12,86	10,21	4,41	4,09	5,67	3,82	3,35	2,60	20,20	5,24	8,28	4,24	9,47	13,86

С помощью метода газовой хроматографии в масле семян и плодов катрана идентифицирована 21 кислота (таблица 17, 18, 19, 20). Доминирующими оказались линолевая (26,095% в семенах и плодах к. Стевена), линоленовая (9,409% в семенах и плодах к. перистого), олеиновая (30,929% в семенах и плодах к. сердцелистного).

Минимальное количество эруковой кислоты содержится в масле к. перистого (19,975%).

В масле семян катрана сердцелистного *Crambe cordifolia* Steven *(24.07.2017).* содержится преимущественно олеиновая к (30,929%), эруковая (25,595%), линолевая (16,640%) и эйкозеновая (15,785%) кислоты, маргариновая (0,015%) и миристолеиновая (0,006%) кислоты.

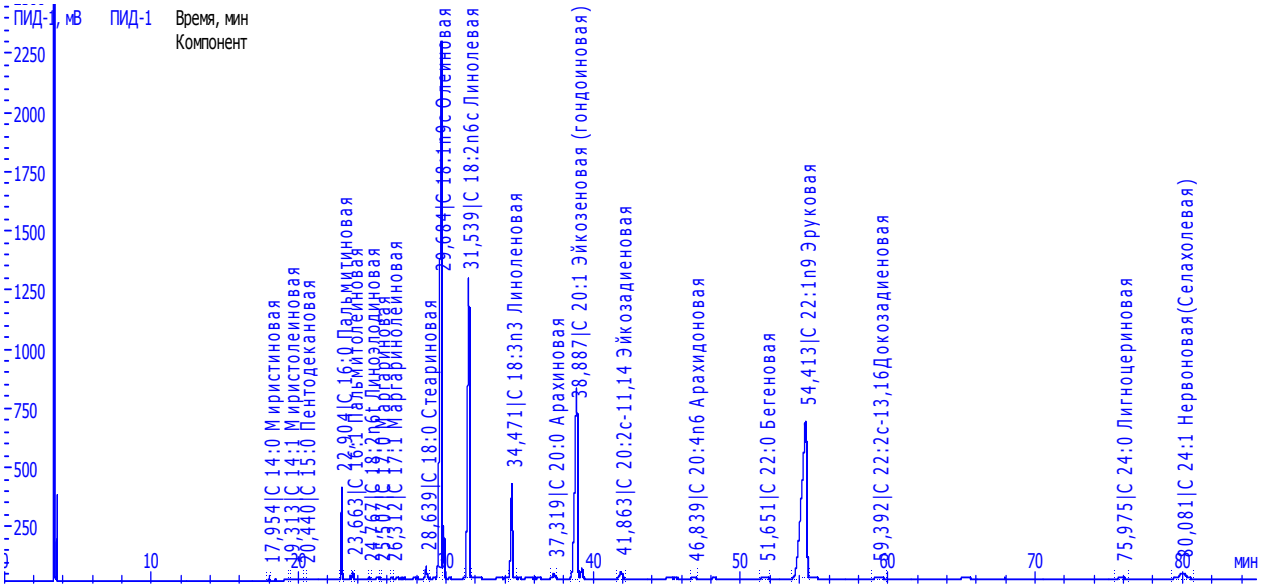


Рисунок 40. Хроматограмма масла семян катрана сердцелистного Crambe cordifolia Steven (24.07.2017)

В масле семян катрана перистого *Crambe pinnatifida* R.Br. (18.07.2016*).* содержится: олеиновая кислота (27,978%), эруковая (23,439%), линолевая

(22,634%), эйкозеновая (15,043%) и небольшое количество линоэлодиновой (0,022%), пентодекановой (0,022%) и маргариновой (0,013%) кислот.

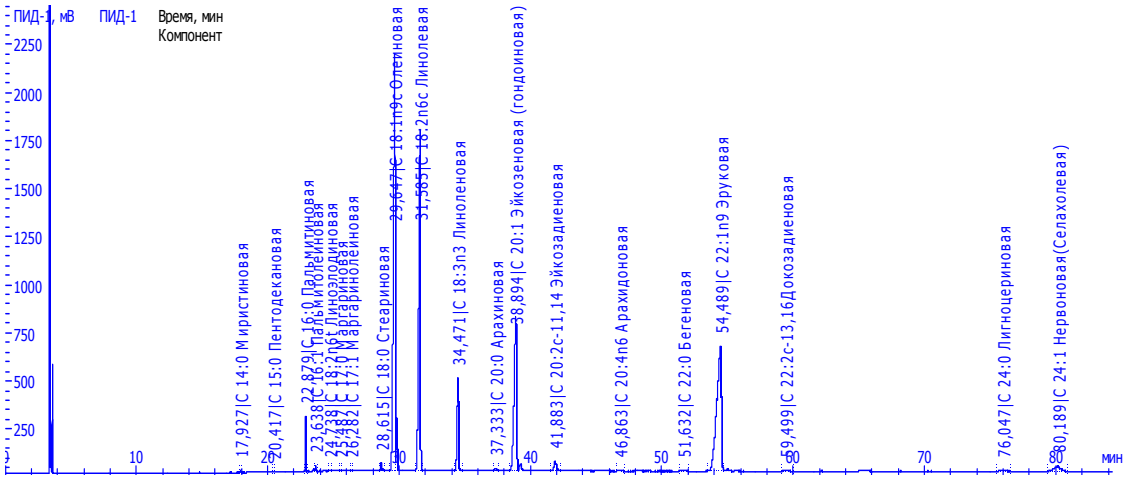


Рисунок 41. Хроматограмма масла плодов катрана перистого Crambe pinnatifida R.Br. (18.07.2016)

В масле плодов катрана перистого *Crambe pinnatifida* R. Br. (18.07.2016). содержится: олеиновая (27,792%), эруковая (19,975%), олеиновая (22,877%), эйкозеновая (14,974%) кислоты и небольшое количество пентодекановой (0,028%) и маргариновой (0,016%) кислот.

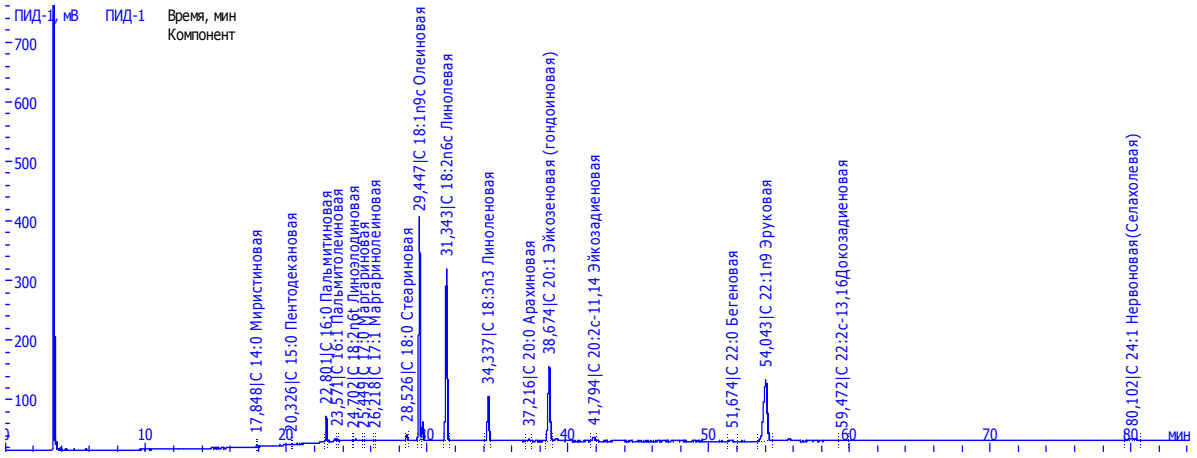


Рисунок 42. Хроматограмма масла семян катрана перистого Crambe pinnatifida R. Br. (18.07.2016)

В масле плодов катрана сердцелистного *Crambe cordifolia* Steven (24.07.2017) содержится: олеиновая (30,929%), эруковая (25,392%), линолевая(16,997%), эйкозеновая (15,849%) кислоты, пентодекановая (0,025%), линоэлодиновая (0,022%), и маргариновая (0,019%) кислоты.

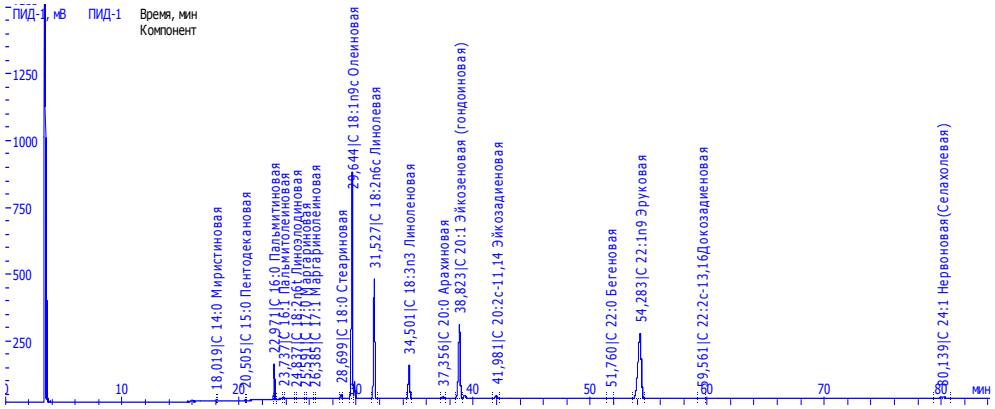


Рисунок 43. Хроматограмма масла плодов катрана сердцелистного Crambe cordifolia Steven (24.07.2017)

В масле плодов катрана Стевене *Crambe stevenianae* Rupr. (19.07.2017*)*. содержится: олеиновая (27,725%), линолевая (21,742%), эруковая (20,982%), эйкозеновая (17,036%) кислоты, линоэлодиновая (0,042%), пентодекановая (0,017%), и маргариновая (0,014%) кислоты.

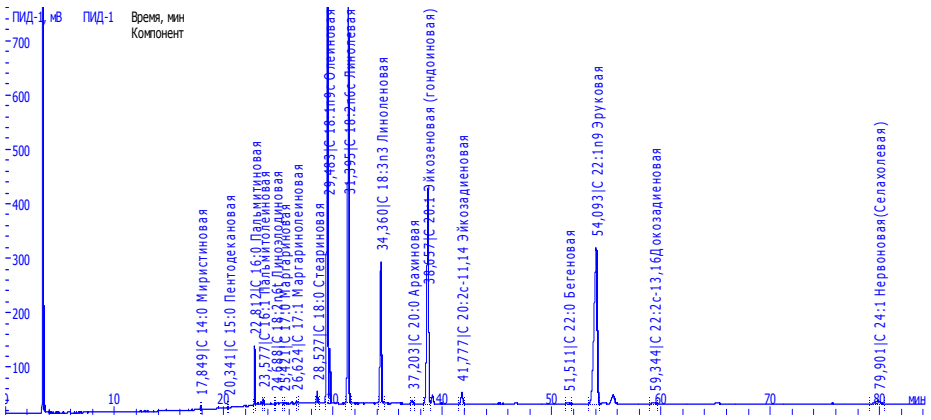


Рисунок 44. Хроматограмма масла плодов катрана Стевене Crambe stevenianae Rupr. (19.07.2017)

Сравнивая жирнокислотный состав масла семян и плодов, по годам сбора урожая к. приморского (табл.14, 17), можно отметить, что наибольшее количество олеиновой кислоты (29,639%) содержится в масле семян и плодов полугодичного срока хранения, линолевой (25,44%) – при хранении в течение 2 лет, эруковой (22,9%) – 1 года. Четко выражена тенденция увеличения содержания олеиновой, линолевой и уменьшения содержания эруковой кислоты в масле при продолжительном хранении. Возможно, это связано как с погодными условиями вегетационного периода (формирования урожая), так и с генетическими особенностями и сроками хранения образцов.

Наивысшие количественные показатели олеиновой (25,906%) и линолевой (25,394%) кислот у к. перистого 1 года хранения. Минимальные значения этих кислот, соответственно 24,881% и 23,076% – 2 лет хранения. Содержание эруковой кислоты уменьшается при хранении в течение 2 лет и составляет 18,230% (табл.15, 18).

Выводы к главе 3

1. Впервые проведено морфологическое исследование плодов и семян разных видов катрана.
2. Диагностическими признаками семян являются : крахмал, жирное и эфирное масла, слизь.
3. Масса золы. к. Стевена составила максимальное значение 0,6269% , что свидетельствует о присутствии кремнекислых соединений в сырье, нерастворимых в 10% растворе соляной кислоты.
4. Наивысшие количественные показатели жира у к. татарского (53,27%). Максимальное значение протеина и фосфора у к. абиссинского (26,70% и 0,72%, соответственно) и минимальное - у к. татарского (15,83% и 0,34%, соответственно).

5. В результате хроматографического анализа определен жирнокислотный состав семян и плодов разных видов катрана (21 полиненасыщенная жирная кислота).

Заключение

К. абиссинский – высокоурожайная культура с значительным содержанием масла в плодах и семенах. Исследование жирнокислотного состава разных видов катрана и фармакологического эффекта биологически активных соединений свидетельствует о возможности применения его семян и плодов в медицинской практике.

Сравнительная характеристика жирнокислотного состава различных видов катрана дает возможность оценить перспективы возделывания культуры. Высокое содержание масла и сравнительно короткий вегетационный период позволяют возделывать культуру почти повсеместно. Именно совокупность этих факторов будет способствовать использованию его в пищевой, фармацевтической, парфюмерной, топливной и других отраслях промышленности.

ВЫВОДЫ

1. Впервые проведенное морфологическое исследование плодов и семян видов и коллекционных образцов катрана, культивируемого в Ростовской и Пензенской областях, показало высокую степень изменчивости по размерам, поверхности семенной кожуры и плодовой оболочки, цвету семян и другим органолептическим показателям (вкус, запах).

2. Максимальная длина и ширина семян/плодов у C. maritima (3,3/7,3 мм. и 3,4/7,3); минимальная соответственно длина – у семян C. pinnatifida (1,9) и плодов C. tatarica (3,0) и ширина – у семян/плодов C. tatarica (1,8/3,0).

3. Масса 1000 семян у видов варьировала от 6,6 до 21,5 г; плодов – от 8,4 до 45,9 г; по данному показателю превосходили другие коллекционные образцы к. абиссинского к-35 (CRA 5/79, Германия), к-39 (Prophet, США) и к-41 (Belenzian, США).

4. Исследования показали, что виды катрана отличаются различным уровнем слизеобразующих полисахаридов. При рассмотрении поперечного среза семян с поверхности, хорошо заметен слизистый слой.

5. Наиболее выражена вариабельность сырья (семян и плодов) разных видов катрана по числовым показателям фосфора, золы и клетчатки. Среди изученных видов максимальное количество жира накапливали семена катрана татарского, а протеина – катрана абиссинского. Из коллекции выделились наиболее масличные образцы к-10 (Украина) и к-14 (Украина).

6. Впервые проведенный ГЖХ-анализ экстрактового масла семян и плодов катрана позволил идентифицировать 21 жирную кислоту: от C14O до C24 3=. Основными жирными кислотами являлись :

пальмитиновая, олеиновая, линолевая, линоленовая, эйкозеновая, эйкозадиеновая, эруковая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1.Алькевич Е.Л. Определение биологической ценности растительных масел. Медицинский журнал. - 2009. - №2. - С. 23-25.

2. Гаврилова В.А. Изменчивость хозяйственно-ценных признаков масличных культур при эколого-географических испытаниях .- Сельскохозяйственная биология. – 2007. - № 5. – С. 26-41.

3.ГОСТ 30623-98. Масла растительные и маргариновая продукция. Метод определения фальсификации. – М.: Стандартинформ, 2010. – 18 с.

4.Государственная фармакопея РФ. XIII издание. Том 2 [Электронный ресурс] / «Министерство здравоохранения РФ» - М.: Федеральная электронная медицинская библиотека, 2015. – 1004 с.

5. Гусева Д.А Антиоксидантная активность растительных масел с разным соотношением омега-6/омега-3 жирных кислот .- Биомедицинская химия, 2010. - Т. 56(3). – С. 342-350 .

6. Гусева Д.А. Природный источник w-3-кислот-льняное масло: его особенности и характер метаболических превращений в организме .- Вопросы питания. - 2010. -№1. - С.13-22.

7. Гужов Ю.Л. Селекция и семеноводство культивируемых растений. – М.: Мир, 2003. – 536 с.

8. Гущина В.А. Формирование продуктивности и качества маслосемян ярового рапса в лесостепи Среднего Поволжья. Монография. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 189 с.

9. Гущина В.А. Особенности формирования урожайности и качества маслосемян ярового рапса в зависимости от густоты посева.-Нива Поволжья, 2015. - № 4 (37). – С. 27-33.

10. Гущина В.А. Технология возделывания ярового рапса: практические рекомендации. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – 60 с.

11. Жегалов С.И. Введение в селекцию сельскохозяйственных растений. – М.:РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2006. – 320 с.

12.Жученко, А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика – М.: ООО «Издательство Агрорус», 2009. – Т. 2. – 1098 с.

13.Залесский К.М. Материалы к познанию растительности Донских степей. -Ростов-на-Дону, 1918-. 98 с.

14. Зеленина О.Н. Жирно-кислотный состав маслосемян озимого рыжика сорта Пензяк . Масличные культуры. Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. - 2009. № 2. - С. 119-122.

15. Иванова С.П. Растительные масла как перспективные объекты для разработки антитоксичных препаратов. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. - 2008. - №3. - С.10-14.

16. Иллюстрированный определитель растений средней России. Том 2. Покрытосеменные (Двудольные: раздельнолепестные). - М. , 2003. – 663с.

17. Калашник С.А., Федяева В.В. Особенности распространения видов катрана (Crambe L., Brassicaceae) на территории Ростовской области.

Перспектива-2015: матер. межд. науч. конф. (24-27 апр. 2015 г. пос. Эльбрус). – Нальчик: Изд-во КБГУ, 2015. – Т. II. – С. 41-44.

18. Красная книга Ростовской области. Т. 2. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения грибы, лишайники и растения . – Ростов-на-Дону: Малыш, 2004. – 333 с.

19. Красная книга Ставропольского края. Т. 1. Растения . – Ставрополь: Полиграф Сервис, 2002. – 384 с.

20. Красная книга Ростовской области: в 2 т. / Изд-е 2-е. – Ростов-на-Дону: Минприроды Ростовской области, 2014. – Т. 2. Растения и грибы. – 344 с.

21.Кулинич Р.А. Выращивание озимого рыжика и крамбе абиссинской в центральной степи Крыма в 2014-2015 гг/ Р.А. Кулинич, Е.Л. Турина// Сб. мат. конференции «Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России». – Пенза, 2016. – С. 152-155.

22. Куркин В.А. Жирно-кислотный состав масла семян рыжика озимого .- Фармация. – 2013. - №6. – С. 30-32.

23.Кшникаткина А.Н. Технология выращивания и использования нетрадиционных кормовых и лекарственных растений. Монография.– Москва, 2003. – 362 с.

24.Кшникаткина А.Н. Технология выращивания крамбе абиссинской на семена с использованием микроэлементных удобрений и регуляторов роста.-Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. - № 4 (36). – С. 30-38.

25.Лобанов В.Г. Масличные растения семейства капустных – перспективное сырье для России. - Пищевая технология. – 2003. - № 2-3. – С. 24-26.

26.Лукомец В.М. Перспективы и резервы расширения производства масличных культур в Российской Федерации.- Масличные культуры, 2015. - Вып. 4 (164). – С. 81-102.

27. Низов Г.К. Эколого-географическая изменчивость содержания масла и жирных кислот крамбе/ Г.К. Низова, Н.Г. Конькова// Сб. материалов симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования» - 2005. – Т. 2. – С. 348-350.

28. Особенности химического состава семян и масла горчицы сарептской / Н.С. Осик, И.В. Шведов, Г.З. Шишков, П.А. Каленов // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. - 2000. - № 4. - С. 20-23.

29. Павленко К.С. Обоснование целесообразности комплексного использования рыжика озимого (Camelina silvestris L.) / К.С. Павленко, В.А. Куркин, А.В. Милехин // Известия Самарского научного центра РАН. – 2012. – Т. 14.- С. 2273-2275.

30. Павленко К.С. Перспективы комплексной переработки рыжика озимого, культивируемого в Самарской области / К.С. Павленко, В.А. Куркин, А.В. Милехин, В.В. Зубков // «Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции»: сборник научных трудов. – 2013. - Выпуск 68. – С. 74-76.

31. Прахов В.А. Урожайные свойства рыжика озимого в зависимости от удобрений/ В.А. Прахов//Сб. материалов конференции «Актуальные

вопросы применения удобрений в сельском хозяйстве». – Владикавказ, 2017. – С. 104-106.

32. Прахов В.А. Продуктивность *CRAMBE* в зависимости от агроприемов возделывания/В.А. Прахов // Сб. трудов конференции «Инновационные технологии в АПК: теория и практика. – Пенза, 2017. – С.104-106.

33. Прахов В.А. Новые сорта в селекции крамбе абиссинского/ В.А. Прахов, А.Д. Смирнов // Сб. материалов конференции «Актуальные и новые направления в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур». – Владикавказ, 2017. – С. 88-90.

34.Прахова Т.Я. Крамбе абиссинская (*Crambe abyssinica* Hochst.): монография/ Т.Я. Прахова – Пенза: РИО ПГСХА, 2017. – 132 с.

35. Прахова Т.Я. Динамика маслонакопления в семенах рапса/ Т.Я. Прахова, В.А. Прахов// Науч. доклады Международного координационного совещания по рапсу «Научное обеспечение отрасли рапсосеяния и пути реализации биологического потенциала рапса». – Липецк, 2010. – С. 96-99.

36. Прахова Т.Я. Рыжик (*Camelina sativa* (L.) и крамбе (*Crambe abyssinica* Hochst.) – перспекитивные масличные культуры/ Т.Я. Прахова, А.А Смирнов//Зерновое хозяйство России. – 2013. - № 4. – С. 20-22.

37. Прахова Т.Я. Перспективная масличная культура *Crambe abyssinica* Hochst.) / Т.Я. Прахова//Достижения науки и техники АПК. – 2013. - № 8. – С. 31-33.

38. Прахова Т.Я. Интродукция крамбе абиссинского. Т.Я. Прахова, А.Н. Кшникаткина//Фермер. Поволжье. – 2015. - № 9 (40). – С. 37-39.

39. Прахова Т.Я. Возделывание крамбе абиссинского в условиях Среднего Поволжья/ Т.Я. Прахова, В.А. Прахов, А.Д. Смирнов//Таврический вестник аграрной науки. – 2016. - № 3 (7). – С. 80-86.

40.Прахова Т.Я. Экологическое сортоиспытание крамбе абиссинской в условиях Средневолжского региона/ Т.Я. Прахова, А.А. Смирнов, В.А. Гущина, В.А. Прахов, А.Д. Смирнов//Нива Поволжья. – 2017. - № 3 (44). – С. 68-73.

41.Прахова Т.Я. Экологическая пластичность и стабильность новых сортов крамбе абиссинского в условиях Среднего Поволжья/ Т.Я. Прахова, А.А. Смирнов, В.А. Прахов, А.Д. Смирнов//Труды Кубанского ГАУ. – 2017. - № 66. – С. 199-202.

42.Смирнов А.А. Увеличение биоразнообразия – путь устойчивого развития растениеводства России/ А.А. Смирнов – Пенза: ООО «Ростра», 2011. – 25 с.

43. Смирнов А.А. Расширение спектра возделываемых культур – надежный путь повышения эффективности производства масличного сырья. – Пенза, 2013. – 16 с.

44. Смирнов А.А. Интродукция крамбе абиссинской *(Crambe abyssinica* Hochst.) в Среднем Поволжье. Монография/ А.А. Смирнов, Т.Я. Прахова, И.И. Плужникова – Пенза, 2013. – 107 с.

45.Смирнов А.А. Агробиологические особенности крамбе абиссинского/ А.А. Смирнов, Т.Я. Прахова, А.Д. Смирнов//Достижения науки и техники АПК. – 2014. - № 12. – С. 43-45.

46.Смирнов А.Д. Крамбе абиссинская – новая масличная культура в лесостепи Среднего Поволжья/А.Д Смирнов//Сб. материалов конференции «Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России». – Пенза, 2013. – С. 144-145.

47.Турина Е.Л. Опыт выращивания *Camelina sativa* и *Crambe abyssinica* в 2014-2015 гг. в Крыму/ Е.Л. Турина, Р.А. Кулинич//Сб. тр. конференции «Современные тенденции развития аграрного комплекса». – Соленое займище, 2016. – С. 490-494.

48.Турина Е.Л. Продуктивность и жирно-кислотный состав маслосемян крамбе абиссинской в Крыму/ Е.Л. Турина, Р.А. Кулинич //Сб. тр. конференции «Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России». – Пенза, 2016. – С. 50-53.

49.Федяева В.В., Русанов В.А. Мониторинг редких и исчезающих видов растений и грибов Ростовской области // О состоянии и перспективах развития особо охраняемых природных территорий и проблеме борьбы с деградацией (опустыниванием) земель: Матер. межрегион. науч.-практич. конф. – Ростов-на-Дону: ООО «Синтез технологий», 2005. – С. 29-36.

50.Федяева В.В., Шишлова Ж.Н., Шмараева А.Н. Редкие виды растений песчаных литоралей Азовского моря в Ростовской области // Проблемы охраны флоры и растительности на Кавказе: матер. межд. науч. конф. (5-9 октября 2011 г., г. Сухум). – Сухум, РУП «Дом печати», 2011. – С. 416-421.

51.Федяева В.В., Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н. Состояние популяций редких видов растений песчаных литоралей Азовского моря в Ростовской области // Мережа ключових ботанічних територій у

Приазовьскому регіоні: матер. міжнар. наради (6-7 жовтня 2011 р., м. Мелітополь). – Київ, Альтерпрес, 2011. – С. 53-55.

52.Федяева В.В., Шишлова Ж.Н., Шмараева А.Н. Мониторинг популяций катрана татарского (*Crambe tatarica* Sebeok) в Ростовской области // Материалы Всероссийской научной конференции «Роль ботанических садов в изучении и сохранении генетических ресурсов природной и культурной флоры». – Махачкала: Изд-во «Наука – Дагестан», 2013. – С. 113–116.

53.Федяева В.В., Шмараева А.Н., Шишлова Ж.Н. Катран перисторассеченный (*Crambe pinnatifida* R. Br.) – новый редкий степной вид Ростовской области // Степи Северной Евразии. Материалы VI международного симпозиума / ред. А.А. Чибилев. – Оренбург: ИПК «Газпромпечать», 2012. – С. 762–766.

54. Хрусталёв Ю.П., Василенко В.Н., Свисюк И.В., Панов В.Д., Ларионов Ю.А. и др. Климат и агроклиматические ресурсы Ростовской области. -Ростов-на-Дону, 2002-. 446 с.

55. Шишлова Ж.Н., Шмараева А.Н., Федяева В.В. Опыт интродукции *Crambe tataria* Sebeok (сем. Brassicaceae) в Ботаническом саду ЮФУ // Материалы Всероссийской научной конференции «Роль ботанических садов в изучении и сохранении генетических ресурсов природной и культурной флоры». – Махачкала: Изд-во «Наука – Дагестан», 2013. – С. 133–135.

56. Щербаков В.Г. Биохимия и товароведение масличного сырья . – М.: КолосС, 2003. – 360 с.

57.Benetoli da Silva T. R. Zinc and phosphorus fertilization of crambe (*Crambe abyssinica* Hochst)/ T. R. Benetoli da Silva, R. F. Lavagnolli, A.

Nolla// Journal of Food, Agriculture & Environment, 2011. - Vol.9 (1). – P. 264-267.

58. Bohme H. Zur Eignung von Leindotterpresskuchen als Futtermittel fur Schweine, Wiederkauer und Geflugel/ H. Bohme, G. Flachowsky// Landbauforsch.Volkenrode, 2005. - Vol.55. – No. 3. - P. 157-162.

59. Borsoi A. Germinacao de sementes de crambe *(Crambe abyssinica* Hochst) em diferentes profundidades/ A. Borsoi, J. L. Tomazzoni, I. E. Lunelli and other// Cascavel, 2010. – Vol. 3. – No. 4. – P. 126-134.

60. Ciotti de Marins A. Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) yield as affected by soil physical properties: Linear and spatial correlations/ A. Ciotti de Marins, D. T. Nava, D. Secco and other// African Journal of Agricultural Research, 2012. - Vol. 7(44). – P. 5949-5954.

61. Cornelio primieri avaliacao da est abilidade a oxidacao de oleo vegetal de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) como fluido isolante. Cascavel Parana – 2012. – 55 p.

62. Costa F. P. Qualidade fisica e fisiologica de sementes de crambe(*Crambe abyssinica* Hochst)/ F. P. Costa, L. D. Martins// Enciclopedia biosfera, Centro Cientifico Conhecer – Goiania, 2010. - Vol.6. - No.10. - P.1-8.

63. De Marins A.C. Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) yield as affected by soil physical properties: Linear and spatial correlations/ A.C. de Marins, D.T. Nava, D. Secco, H.A. Rosa, G. Veloso, J.M. Reichert // African Journal of Agricultural Research, 2012. - Vol. 7(44). – P. 5949-5954.

64. Durrett T. P. Plant triacylglycerols as feedstocks for the production of biofuels/ T. P. Durrett, C. Benning, J. Ohlrogge// The Plant Journal, 2008. – No. 54. – P. 593–607.

65. Freire de Oliveira, V. Estudo da cinetica e da termodinamica de adsorcao da torta prensada de crambe *(Crambe abyssinica* Hochst) em sua aplicacao como biosorvente em solucoes aquosas de corante/V. Freire de Oliveira, A. Silva//Franca VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Quimica em Iniciacao Cientifica, 2009.– P. 1-6.

66. Furmane *Crambe abyssinica* Hochst k T. Embryogenic callus formation by cotyledon and leaf explants of Crambe abyssinica seedlings/ T. Furmanek, W. Banaś// Journal of Biotechnology, Computational Biology and Bionanotechnology, 2011. - Vol. 92(2). – P. 209-213.

67. Panno G. Avaliacao de substratos para a germinacao de crambe *(Crambe abyssinica* Hochst) / G. Panno, M. Prior// Cascavel, 2009. – Vol. 2. – No. 2. – P. 151-157.

68. Paulose B. Eexseparcrhe arstisclieon profiling of *Crambe abyssinica* Hochst under arsenate stress identifies genes and gene networks involved in arsenic metabolism and detoxification/ B. Paulose, S. Kandasamy, O. P. Dhankher// Paulose et al. BMC Plant Biology, 2010. – P. 1-12.

69. Santos R. F. Manejo de irrigacao com evaporimet *Crambe abyssinica* Hochst ro em / R. F. Santos, C. H. Fornasari, D. Secco and other// Acta Iguazu, Cascavel, 2012. – Vol. 1. – No. 1. – P. 23-32.

70.Toebe M. Estimativa da area foliar de *Crambe abyssinica* Hochst por discos foliares e por fotos digitais/ M.Toebe, B. Brum, S. J. Lopes // Ciencia Rural, Santa Maria, 2012. – Vol. 40. – No. 2. – P. 475-478.

71. Vieira M. D. Spatial variability of physical attributes of a clayey latosol related to the grain yield of the crambe *(Crambe abyssinica* Hochst) culture/ M. D. Vieira, D. Secco, R. F. Santos and other// African Journal of Agricultural-Research, 2012. - Vol. 7(38). – P. 5357-5362.

Приложение А.

Таблица 1. Ботаническое описание видов катрана

Вид катрана	Формула цветка, цветки	Листья	Корневая система	Стебель	Плод
Катран приморский (лат. *Crambe maritima* L.)	$K_4C_4A_{2+4}G_{(2)}$ Цветки собраны в кисти, лепестки овальные	Листья зеленые с сизым налетом. Прикорневые листья с длинными черешками до 28 см.	Корень толстый, цилиндрический,.	Прямостоячий до 60 см, ветвистый.	Плоды — невскрывающиеся двучленные стручки. С одним семенем.
Катран татарский (лат. *Crambe tatarica* Sebeok)	$K_4C_4A_{2+4}G_{(2)}$ Цветки белые. Соцветие большое, раскидистое, широкометельчатое.	Прикорневые листья большие, черешковые, глубоко двоякоперисторазделъные, с продолговатыми и линейно-продолговатыми зубчатыми долями, ланцетные, цельные.	Корень в верхней части утолщённый, мясистый	Стебель утолщенный, мясистый до 1м.	Почти шаровидный голый стручок.
Катран Стевена, или Крымский хрен (лат. *Crambe stevenian a* Rupr)	$K_4C_4A_{2+4}G_{(2)}$ Соцветия рыхлые, раскидистые, собраны по 10-20 цветков. Цветки белые, обоеполые.	Крупные, длиной до 30 см, длинночерешковые, перистораздельные	Корневая система стержневая	Высотой до 1 м.	Четырёхгранные округлые стручочки

Продолжение таблицы

Катран сердцелистный – *Crambe cordifolia* Steven.	$K_4C_4A_{2+4}G_{(2)}$ Цветки мелкие, белые.	Листья с зубчатым краем щетинистые	Корневая система стержневая	Стебли прямостоячие, сильноветвистые, голые Высотой до 1,8 м.	Нераскрывающийся стручок
Катран перистый (лат. *Crambe pinnatifida* R. Br)	$K_4C_4A_{2+4}G_{(2)}$ Белые цветки собраны в соцветие метелку	Листья с волнистым краем.	Стержневая корневая система	Прямостоячий ветвистый	Стручок.
Катран абиссинский (лат. *Crambe abyssinica* Hochst. ex R. E. Fr.)	$K_4C_4A_{2+4}G_{(2)}$ Чашелистики отклонены. Лепестки белые, редко золотисто-жёлтые, цельные, к основанию клиновидно суженные.	Крупные, цельные, перисто-раздельные, или выемчато-лопастные, с опушением из простых волосков или голые.	Стержневая корневая система	Прямостоячий ветвистый	Нераскрывающийся двучленный стручок.

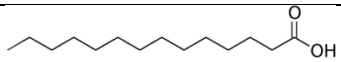
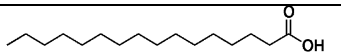
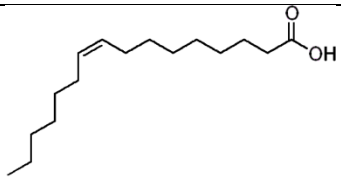
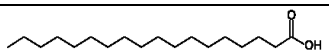
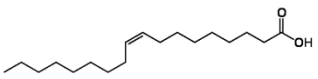
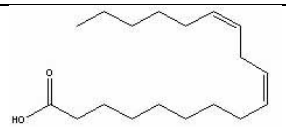
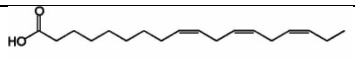
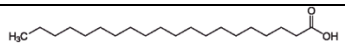
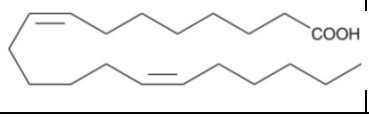
Приложение Б

Таблица. Морфологические отличия сортобразцов крамбе

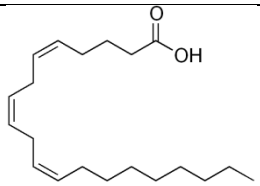
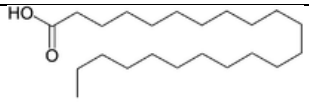
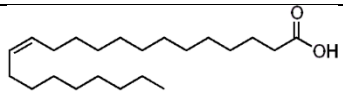
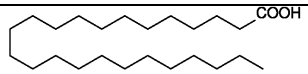
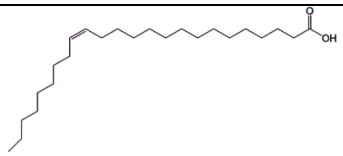
Сортобразцы	Семядоли, формы	Лист, положение	Форма листовой пластинки	Окраска цветка	Цвет семян	Масса 1000 семян, г
К-7	сердцевидные	полупрямостоячий	яйцевидная	белый	бурый	3,5-4,0
К-8	широкосердцевидные	полупрямостоячий	сердцевидная	белый	зелено-бурый	4,6-5,2
К-10	широкосердцевидные	раскидистый	сердцевидная	белый	бурый	4,8-5,5
К-14	сердцевидные	полупрямостоячий	сердцевидная	белый	бурый	5,5-6,0
К-21	широкосердцевидные	раскидистый	сердцевидная	белый	зелено-бурый	5,8-5,9
К-25	сердцевидные	полуприподнятый	яйцевидная	белый	бурый	6,1-6,3
К-34	сердцевидные	полуприподнятый	яйцевидная	белый	зелено-бурый	6,5-6,7
К-35	широкосердцевидные	полуприподнятый	яйцевидная	белый	зелено-бурый	6,2-6,3
К-39	сердцевидные	раскидистый	сердцевидная	белый	зелено-бурый	5,4-5,7
К-41	сердцевидные	раскидистый	сердцевидная	белый	зелено-бурый	5,9-6,5

Приложение В.

Таблица. Характеристика основных липофильных соединений растительного происхождения

Название	Структурная формула веществ	Эмпирии-ческая формула	Системати-ческое название (IUPAC)	Mr, г/моль
Жирные кислоты (% от суммы)				
Общая формула: CH_3-$(CH_2)_m$-(CH=CH-$(CH_2)_x$$(CH_2)$n-COOH				
Миристиновая		C14H28O2	тетрадекановая кислота	228,37
Пальмитиновая		C16H32O2	гексадекановая кислота	256,40
Пальмитолеиновая		C16H30O2	цис-9-гексадекановая кислота	254,45
Стеариновая		C18H38O2	октадекановая кислота	284,48
Олеиновая		C18H34O2	цис-9-октадекановая	282,46
Линолевая		C18H32O2	цис-9; цис-12-октадекаденовая кислота	294,48
Линоленовая		C18H30O2	цис-9-12-15-октадекатриеновая кислота	292,46
Арахиновая		C20H40O2	эйкозановая кислота	312,53
Гондоиновая		C20H38O2	цис-11-эйкозеновая кислота	310,59
Эйкозадиеновая		C20H36O2	5Z,14Z-эйкозадиеновая кислота	308,57

Продолжение таблицы

Эйкозатриеновая		C20H34O2	цис-8,-11,-14 – эйкозатриеновая кислота	306,55
Бегеновая		C22H44O2	докозановая кислота	340,67
Эруковая		C22H42O2	цис-13-докозановая	338,65
Доказадиеновая	-	-	цис-13,16-**докозадиеновая**	-
Доказатриеновая	-	-	-	-
Лигноцериновая		C24H48O2	тетракозановая кислота	368,71
Нервоновая		C24H46O2	цис-15-тетракозановая	366,69
Пентодекановая	-	C15H30O2	пентадециловая кислота	242.403
Элаидиновая кислота	-	$C_{18}H_{34}CO_2$	транс-9-октадеценовая кислота	-
Маргариновая	-	$C_{17}H_{34}O_2$	гептадекановая кислота	270.45
Эйкозатриеновая	-	$C_{19}H_{34}O_2$	цис,цис,цис-5,8,11-эйкозатриеновая кислота	-

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Факультет физико–математических и естественных наук

Кафедра «Общая биология и биохимия»

Направление подготовки

06.04.01 Биология

Магистерская программа «Биохимия и молекулярная биология»

Утверждаю

Зав. кафедрой

Г. А. Карпова

«25» сентября 2017 г.

Задание

По ВКР студента Аль-Рабади Елены Евгеньевны

Тема работы: «Морфо-биохимическое исследование плодов и семян катрана *Crambe* L.»

Утверждена приказом по Университету от «29» декабря 2017 г. № 1381/о

Срок сдачи студентом законченной работы «17» мая 2018 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН ВКР

№п/п	Перечень подлежащих разработке вопросов	Сроки выполнения этапов	Примечания
1	Собеседование с научным руководителем, обсуждение темы и структуры ВКР, формулировка цели, задач	Сентябрь 2017	Выполнено
2	Поиск научной литературы по теме ВКР, анализ современных научных достижений в области исследования по теме ВКР	Сентябрь-декабрь 2017	Выполнено
3	Составление библиографического списка изученной литературы	Декабрь 2017	Выполнено
4	Поиск и изучение методов исследования в рамках ВКР	Январь 2018	Выполнено
5	Подготовка главы «Обзор литературы»	Январь-февраль 2018	Выполнено
6	Подготовка главы «Материалы и методы исследования»	Январь-февраль 2018	Выполнено
7	Составление плана проведения эксперимента, подготовка к выполнению эксперимента	Январь 2018	Выполнено
8	Методы исследования масличных растений	Январь-февраль 2018	Выполнено
9	Морфологическое изучение образцов жирномасличного сырья катрана	Февраль-март 2018	Выполнено
10	Биохимическое изучение плодов и семян катрана различного происхождения	Март-апрель 2018	Выполнено
11	Определение жирнокислотного состава семян и плодов катрана с помощью газо-жидкостной хроматографии	Май 2018	Выполнено
12	Обработка и анализ полученных результатов эксперимента. Собеседование с научным руководителем	Май 2018	Выполнено
13	Подготовка главы «Результаты исследования и их обсуждение	Май 2018	Выполнено
14	Итоговое оформление ВКР	Май 2018	Выполнено

15	Подготовка презентации на защиту ВКР, подготовка к защите ВКР	Май 2108	Выполнено

Дата выдачи задания «25» 09 2017 г.

Руководитель _____
(подпись)

Задание принял к исполнению _____
(подпись)