

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
ФГБОУ ВПО «Горский государственный аграрный университет  
НИИ БИОТЕХНОЛОГИИ

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по НИР, профессор

Кудзаев А.Б.

« 10 » декабря 2014 г.



ОТЧЁТ

НИИ Биотехнологии

о выполнении научно-исследовательских работ по теме:

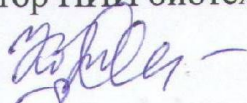
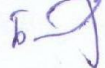
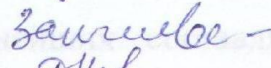
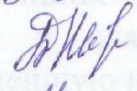

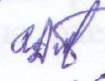

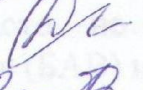
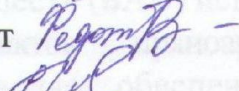
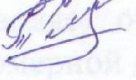
«РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОРЕСУРСОВ В АПК  
ГОРНОЙ И ПРЕДГОРНОЙ ЗОН»

за 2014 год

Директор НИИ биотехнологии,  
д.с-х.н., профессор

Цугкиев Б.Г.

### Список исполнителей:

1. Цугкиев Б.Г. – директор НИИ биотехнологии
2. Козаева А.С. – с.н.с. 
3. Бязров З.С. – н.с. 
4. Зангиева Б.Г. – н.с. 
5. Бадтиева Д.Ю. – н.с. 
6. Боллоева У.Г. – н.с. 
7. Цкаева С.А. – лаборант 
8. Олисаев С.В. – н.с. 
9. Букулова Р.С. – лаборант 
10. Федотова В.И. – лаборант 
11. Корнаев Т. – лаборант 



## **Отчет о работе НИИ биотехнологии Горского ГАУ за 2014 год.**

НИИ биотехнологии в 2014 году работал по теме: **«Рациональное использование биоресурсов в АПК горной и предгорной зон».**

**Руководитель** – директор , д.с.-х.н., профессор Цугкиев Б.Г.

**Исполнители:** Козаева А.С. –с.н.с.; Бязров З.С. – н.с.; Зангиева Б.Г. –н.с.; Бадтиева Д.Ю. -н.с; Боллоева У.Г. –н.с.; Цкаева С.А.- лаборант; Олисаев С.В.н.с.; Букулова Р.С.– лаборант; Федотова В.И.; Корнаев Т. – лаборант.

Одной из важнейших составляющих природных богатств являются растительные ресурсы, в связи с чем их рациональное использование представляет собой важнейшую народнохозяйственную задачу.

Северо - Кавказский регион обладает значительными растительными богатствами, что, в первую очередь, связано с разнообразием его природных условий.

Сложившийся на сегодняшний день опыт промышленной переработки эфирномасличного сырья часто не отражает степени изученности всех биологически активных веществ (БАВ) используемого растительного сырья.

Применение экстрактов пряноароматического, эфиромасличного и лекарственного сырья позволяет обеспечивать высокую эффективность в ряде отраслей пищевой и парфюмерной промышленности.

Изучение эфиромасличных растений, а также внедрение их в пищевое производство является перспективным направлением получения новых продуктов с повышенным содержанием биологически-активных веществ.

Изучение химического состава представителей местной флоры, в том числе определение в их биомассе биологически активных соединений, может служить предпосылкой для рекомендации фармацевтическим предприятиям высокоэффективных для использования в фитотерапии.

Сотрудниками НИИ биотехнологии Горского ГАУ в 2014 году изучено содержание биологически активных веществ в некоторых видах растений из дикой флоры РСО-Алания, наиболее часто используемых как пищевое и фармацевтическое сырье.

### **Биологически активные вещества ароматических растений, произрастающих в РСО-Алания**

В последнее время возрастает потребность в лекарственных препаратах содержащих биологически активные вещества растений, произрастающих в экологически чистых районах, которые можно использовать не только в пищевой промышленности, но и в парфюмерной, косметической, фармакологической и других отраслях. Одним из важнейших компонентов этих производств являются эфирные масла различных растений (Л.Ч. Гагиева, Б.Г. Цугкиев, 2010). Каждое

эфиромасличное растение благодаря, ароматическим веществам, имеет свой неповторимый запах и вкус (Л.А Кияшкина., Б.Г. Цугкиев, 2002).

Лечебные свойства растений зависят от наличия в них разнообразных групп химических соединений: алкалоидов, глюкозидов, сапонинов, дубильных веществ, горечей, слизей, смол, жиров, белков, углеводов, эфирных масел, красящих веществ, ферментов, микроэлементов, витаминов, фитонцидов и т. д.

Химические соединения, содержащиеся в растениях и обладающие лечебными свойствами, называются действующими началами. Лекарственные растения имеют в своем составе одно или несколько таких веществ. Чаще ими бывают различные алкалоиды и глюкозиды. Действующие начала находятся или во всех частях растения, или только в определенных его органах: корнях, стеблях, листьях или цветниках, а также в плодах и семенах.

Химический состав, количество в качестве действующих начал зависят как от вида растения, так и от условий его местообитания, времени сбора, способов сушки и условий хранения. Различные условия жизни резко меняют ценность растений, иногда они полностью теряют свои лечебные свойства или сохраняют их лишь в незначительной степени. Известно, что биологически активные вещества образуются во всех высших растениях, но уровень их накопления и состав могут значительно отличаться. Аромат растений обусловлен наличием в них эфирных масел, в то время как фармакологические свойства – другими вторичными метаболитами, в том числе и фенольной природы (антраценпроизводные и дубильные вещества). Растения, обладающие приятным ароматом и пряным вкусом, издревле привлекали внимание человека. В наше время эфиромасличные растения являются возобновляемым источником сырья, прежде всего для производства парфюмерно-косметических средств. Разумеется, эфиромасличные растения применяются и в медицине, как официальной, так и народной. Достоверно известно, что первые цивилизации уже вполне владели культурой выращивания пряно-ароматических растений. В Европе к началу IX в. возделывали более 50 видов эфиромасличных и пряно-ароматических растений: тмин, мята, душица, шалфей, зверобой и др. (А. Артемова, 2000; А. Васильева, 2001).

Особенности климатических и экологических условий, разнообразие географических зон обуславливают специфику обменных процессов, протекающих в растениях, способствуют синтезу и накоплению в них БАВ, определяющих лекарственные свойства конкретного растения. Необходимость проведения мониторинга лекарственных растений (ЛР) в различных регионах страны становится очевидной. Анализ ЛР, изучение динамики накопления БАВ в природных популяциях ЛР из различных местообитаний позволяет выявить наиболее перспективные для сбора районы (Ф.М. Юнусова и др., 2009).

В растениях содержатся, главным образом, следующие основные группы веществ, определяющие лечебную ценность сырья:

Дубильные вещества — безазотистые неядовитые органические соединения. Они обладают вяжущим вкусом, растворимы в воде и спирте. С белками, алкалоидами и солями тяжелых металлов образуют осадки. С солями железа дают черное окрашивание. При помощи этой реакции легко определяется их наличие в

растении. При соприкосновении с воздухом под влиянием ферментов они окисляются и переходят в темно-бурые или красно-бурые соединения - флобафены, которые и придают бурый цвет отварам и настоям некоторых растений.

Лекарственные растения, содержащие таниды, издавна применяются как вяжущие, противовоспалительные средства при желудочно-кишечных заболеваниях, стоматитах, ожогах, различных заболеваниях кожи и т. д.

Эфиромасличные растения содержат в железистых волосках пахучие эфирные масла — летучие соединения, практически не растворимые в воде. Они представляют собой сложные смеси различных органических соединений терпенов, спиртов, альдегидов, кетонов (Л.Т. Назаренко, Л.А. Бугаенко, 2003).

Эфирные масла - смеси разнообразных летучих, ароматических соединений, состоящих главным образом из терпеноидов и их производных.

Эфирные масла широко распространены в растительном мире, и их роль весьма велика. К важнейшим физиологическим функциям относятся следующие: эфирные масла являются активными метаболитами обменных процессов, протекающих в растительном организме. Эфирные масла при испарении окутывают растение своеобразной «подушкой», уменьшая теплопроницаемость воздуха, что способствует предохранению растения от чрезмерного нагревания днем и переохлаждения ночью, а также регуляции транспирации; запахи растений служат для привлечения опылителей-насекомых, что способствует опылению цветков; эфирные масла могут препятствовать заражению патогенными грибами и бактериями (К.Л. Кастельский, 2005).

В особую группу биологически активных веществ растений выделяют дубильные вещества, или танины. Они являются спутниками многих природных соединений: гликозидов, алкалоидов, сапонинов, некоторых витаминов, представляют собой полифенолы с большой молекулярной массой, растворимы в воде, имеют вяжущий вкус. В природе многие растения содержат дубильные вещества. Содержание дубильных веществ в растении зависит от возраста и фазы развития, места произрастания, климатических и почвенных условий. На накопление дубильных веществ оказывает большее влияние высотный фактор. Растения, произрастающие высоко над уровнем моря, содержат больше дубильных веществ. Медицинское применение танинов связано с их вяжущим и антисептическим действием. Их вяжущее действие основано на способности осаждать белки, а антисептическое действие обуславливает галловая кислота. Танины используются для лечения воспалительных процессов в слизистых оболочках рта и глотки (К.И. Дебу, Д.И. Менделеев, 1890-1907).

Из анализа данных, полученных при определении содержания в некоторых ароматических растениях, произрастающих в РСО-Алания, дубильных веществ, антраценпроизводных и эфирного масла следует, что наиболее высоким содержанием дубильных веществ отличаются душица обыкновенная (47,41%) и черника обыкновенная (47,25%), а наименьший процент содержания танинов выявлено в цикории обыкновенном (6,43%). Другие исследованные нами образцы растений содержали следующие количества дубильных веществ: шалфей мутовчатый - 31,87%, лабазник обыкновенный - 30,65%, зверобой

продырявленный - 28,82%, котовник крупноцветковый - 28,75%, мята длиннолистная - 28,68%), тимьян - 23,53%, клевер сходный - 19,23%, хмель обыкновенный - 18,34%, василек Фишера - 16,80%, тмин кавказский - 16,58%, полынь горькая - 13,33%, синяк обыкновенный - 10,39%, горец мясо-красный - 9,91%, порезник закавказский - 9,64%, тысячелистник обыкновенный - 9,24%.

В исследуемых образцах растений содержание эфирных масел колеблется от 1,52 % - тмин кавказский до 0,013% - клевер сходный. Так же из этой таблицы 3 видно, что в таких образцах как: лабазник обыкновенный, синяк обыкновенный, цикорий обыкновенный, горец мясо-красный и в чернике обыкновенной обнаружены только следы эфирного масла.

Антраценпроизводные – это группа природных соединений фенольной природы, в основе строения которых лежит ядро антрацена. В природе распространены антраценпроизводные и их гликозиды. Динамика накопления антраценпроизводных связана с возрастом растений и фазой развития. С возрастом в растении количество антраценпроизводных увеличивается, причем в старых растениях преобладают окисленные формы, в молодых - восстановленные. Больше восстановленных форм накапливается ранней весной, к осени они переходят в окисленные. Это необходимо иметь в виду при заготовке сырья, так как более ценными фармакологическими свойствами обладают окисленные формы. Восстановленные антрацены часто вызывают побочные явления: тошноту, рвоту, колики (М.И. Борисов, 1976).

Из результатов наших исследований видно, что исследованные образцы по максимальному содержанию производных антрацена расположились в таком порядке: черника обыкновенная - 0,15%; тимьян - 0,13%; мята длиннолистная - 0,11%; в тмине кавказском и цикории обыкновенном процентное содержание антраценпроизводных составило 0,09%; в зверобое продырявленном и шалфее мутовчатом - по 0,08%; клевере сходном - 0,07%; синяке обыкновенном - 0,06%; василек Фишера 0,05%.

Также обнаружено одинаковое количество содержания производных антрацена в душице обыкновенной, горце мясо-красном, лабазнике обыкновенном и хмеле обыкновенном - содержание антраценпроизводных в них составило 0,04%; полынь горькая и котовник крупноцветковый содержат по 0,03%. Наименьшее содержание антраценпроизводных обнаружено в порезнике закавказском - 0,02% и в тысячелистнике обыкновенном - так же 0,02%.

Установлено, что растения семейств: **яснотковые:** мята длиннолистная (*Mentha longifolia* (L.)L.), шалфей мутовчатый (*Salvia verticillata* L.), котовник крупноцветковый (*Nepeta grandiflora* Vieb), душица обыкновенная (*Origanum vulgare* L., тимьян (*Thymus* L.); **астровые:** полынь горькая (*Artemisia absinthium* L.), василек Фишера (*Centaurea fischeri* Schlecht), цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus* L.), тысячелистник обыкновенный – *Achillea millefolium*); **конопелевые:** хмель обыкновенная (*Humulus lupulus*); **вересковые** (черника обыкновенная (*Vaccinium myrtillus* L.); **бобовые:** клевер сходный (*Trifolium ambiguum* Vieb.); **зонтичные:** порезник закавказский (жабрица) (*Libanotis transcaucasica*), тмин кавказский (*Carum caucasicum* (Vieb.) Boiss); **гречишные:** горец мясо-красный (*Polygonum carneum* C. Koch.); **зверобойные:** зверобой

продырявленный (*Hypericum perforatum* L.); **розовые:** лабазник обыкновенный (*Filipendula vulgaris* Moench); **буравчиковые:** синяк обыкновенный (*Echium vulgare* L.) произрастающие в почвенно – климатических условиях Северной Осетии, характеризуются значительным содержанием биологически активных веществ, в основном дубильных веществ. Так же можно сказать, что исследуемые нами образцы могут служить источником биологически активных веществ.

Таким образом, можно сделать вывод, что исследуемые образцы можно применять как в фармацевтической, так и в пищевой промышленности.

### **Результаты идентификации органических компонентов в траве мяты длиннолистной**

Изучению растений, в том числе и ароматических, в нашей стране придается большое значение. Исследование данной группы растений начинается с химических анализов, в том числе по определению в них таких биологически активных соединений, как алкалоиды, гликозиды, сапонины, танины, антраценпроизводные, флавоноиды, кумарины и фурукумарины, дубильные вещества, эфирные масла и т.д. Сведения об использовании лекарственных растений в практической деятельности человека обнаружены в древних письменных памятниках человеческой культуры, принадлежавших государству Шумер, которое существовало на территории современного Ирака за 6000 лет до н.э. (В.Ф. Полуденный с соавт., 1979).

Лекарственные растения представляют собой растения многопланового применения, которые используются как в медицине, так и в пищевой промышленности, а также корма для сельскохозяйственных животных, так как многие из них отличаются высоким содержанием биологически активных и питательных веществ (Б.Г. Цугкиев и др., 2012).

Изучение природных растительных ресурсов, к которым относятся не только полезные растения, но и весь растительный покров, в нашей стране ведется давно и интенсивно (В.Ф. Полуденный и др., 1979; А.И. Тютюнников, Б.Г. Цугкиев, 1996).

Одним из объектов исследования явилась мята длиннолистная, образцы которой взяты в нескольких районах РСО-Алания, так как данное растение широко распространено в дикой флоре, легко возделывается в культуре и довольно широко используется в практической деятельности человека.

В отобранных образцах растений изучено: содержание минеральных элементов, питательных веществ и биологически активных соединений.

Установлено, что содержание органических соединений в мяте длиннолистной существенно зависит от места отбора образца растения.

В образце № 1 данного растения, взятого в районе правобережья р.Фиагдон на Северо-Осетинской наклонной равнине в 2,5 км от г.Ардон из высокотравного злаково-разнотравного сообщества на поляне в широколиственном лесу (385 м над уровнем моря) идентифицированы линолоол, тритерпеновый спирт, тимол, 4-гидрокси бензол этанол, кариофилен, пальмитиновая кислота, этиловый эфир



пальмитиновой к-ты, фитол, этиловый эфир линолевой кислоты, этиловый эфир линоленовой кислоты, этиловый эфир стеариновой кислоты.

В то же время в образце мяты длиннолистной № 15, взятой на Северо-осетинской наклонной равнине в левобережье реки Архонка, в 2,4 км к северо-западу от с.Кирово на разнотравно-злаковом остепненном лугу с доминированием бородача, 410 м над уровнем моря, идентифицированы также фитол, этиловый эфир линоленовой кислоты, этиловый эфир стеариновой кислоты. Кроме перечисленных соединений, в данном образце, в отличие от предыдущего, идентифицированы 2-метил-5-(1-метилэтил)-циклогексанон, этиловый эфир пальмитиновой кислоты, линоленовая кислота, бис(2-этилгекситловый) эфир адипиновой кислоты, цис- $\beta$ -терпинеол, т.е.установлен совершенно другой химический состав.

Существенно также отличается уровень идентифицированных веществ в анализируемых образцах от общего числа обнаруженных компонентов. Так, если в образце №1 идентифицировано всего 19,35% от общего числа обнаруженных компонентов, то в образце №15 данный показатель составил 82,22%. В образцах №№ 12, 4, 20 и 21 данный показатель равен соответственно 82,48%, 38,43%, 38,55% и 26,98%.

Менее всего органических компонентов обнаружено в образце мяты длиннолистной №4, отобранной в южных окрестностях сел.Нарт на берегу ручья среди выпасаемого разнотравно-злакового луга на высоте 500 метров над уровнем моря. В данном образце идентифицированы только 5-метил-2-(1-метилэтил)-циклогексанон (27,58% от общего числа обнаруженных компонентов) и этиловый эфир пальмитиновой кислоты (10,85% от общего числа обнаруженных компонентов).

Наиболее богатым числом идентифицированных органических компонентов (18 наименований) оказался образец мяты длиннолистной №21, взятый на высоте 910 метров над уровнем моря на подножии левого борта долины р.Фиагдон в области скалистого хребта, в 1 км южнее сел.Гусыра на склоне восточной экспозиции из высокотравного сообщества с доминированием мяты длиннолистной на опушке молодого грабового леса. В образце №21 идентифицированы: 1,3-бис(3-феноксифенокс) бензен, пиран, тимол, 2-гидрокси-3-метил-6-(1-метилэтил)-2-циклогексен-1-он, паравинилгваякол, пальмитиновая кислота, этиловый эфир гексодеценной кислоты, этиловый эфир пальмитиновой кислоты, этиловый эфир маргариновой кислоты, фитол, линоленовая кислота, этиловый эфир стеариновой кислоты, ситостерол, 4,4-диметил-(3 $\alpha$ ,5 $\beta$ )-холест-7-ен-3-ол, холестерол, сквален.

Проведенными нами исследованиями установлено, что в образцах мяты длиннолистной идентифицированы значительное количество органических компонентов, многие из которых являются биологически активными веществами.

Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать многоплановое использование травы мяты длиннолистной, богатой биологически активными соединениями – в пармюмерии, медицине, фармации и пищевой промышленности.



## Результаты идентификации органических компонентов в траве шалфея мутовчатого

При идентификации органических соединений в зеленой массе шалфея мутовчатого (*Salvia verticillata* L.) установлено, что содержание органических соединений в данном растении существенно зависит от места его произрастания.

Шалфей мутовчатый (*Salvia verticillata* L.) — многолетнее растение семейства яснотковые — Lamiaceae, произрастающее в европейской части России, на Кавказе, в Западной Сибири и Средней Азии, Западной Европе и Малой Азии [<http://herbalis.ru>]. Соцветия шалфея мутовчатого содержат эфирное масло, цветки – склареол, в плодах найдено жирное масло (до 31%). Эфирного масла, характеризующегося резким запахом, в зелёных частях данного растения содержится 0,05 – 0,08%. В состав масла входят камфора и цедрен. Также растение содержит дубильные вещества, алкалоиды, урсоловую и олеиновую кислоты, уваол, парадифенол. Данные компоненты хорошо влияют на ткани с доброкачественными и злокачественными опухолями, останавливают воспалительные процессы, благотворно влияют на легкие при туберкулезе и т.д. Содержащиеся в шалфее вещества обладают спазмолитическим, обеззараживающим, ветрогонным и вяжущим действием. В соответствии с этими свойствами, шалфей широко используется в средствах нормализации работы желудка, дыхательных путей, а также в составе противовоспалительных препаратов для полости рта. Кроме того, в листьях найдены также такие активные вещества как: флавоноиды, и хлорогеновая кислота, витамин Р, никотиновая кислота, горечи, фитонциды. Из семян выделено жирное масло, содержащее глицерид линолевой кислоты. В корнях найдены хиноны–ройлеаноны [<http://www.nnre.ru>].

При идентификации органических соединений в зеленой массе шалфея мутовчатого (*Salvia verticillata* L.), установлено, что их содержание в данном растении существенно зависит от места его произрастания (таблица 5).

Из анализа данных, приведенных в таблицы 5 следует, что содержание биологически активных веществ в образцах шалфея мутовчатого увеличивается в зависимости от высоты расположения над уровнем моря участков взятия образцов. Так, в образце шалфея мутовчатого №6, отобранного в окрестностях селения Гусыра на высоте 910 м над уровнем моря, идентифицированы насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты в виде эфиров: этилового эфира линолевой кислоты - 3,26%, этилового эфира пальмитиновой кислоты -11,40%; так же идентифицирован витамин Е - 21,38% от общего числа обнаруженных компонентов.

В то же время, в образце №2, взятом над селением Харисджын, на высоте 1680 м над уровнем моря, идентифицированы следующие биологически активные соединения (в процентах от общего числа идентифицированных компонентов): этиловые эфиры полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК): линолевой - 6,83% и линоленовой – 17,01%, этиловые эфиры незаменимых жирных кислот (НЖК): стеариновой - 3,00%, арахидиновой - 6,01% и пальмитиновой - 11,40%, относящиеся к жирным маслам; а также компоненты эфирных масел (терпеновые соединения): кариофиллен - 0,62%, бетулин - 9,14%.

Фитол, на долю которого в анализированных нами образцах шалфея мутовчатого приходится 6,47%, широко распространен в природе, входит в состав молекул хлорофиллов зеленых растений, красных водорослей, а также в состав витамина Е (а-токоферола) и других токоферолов и витамина К1. Биологическая роль фитола состоит в увеличении липофильности порфириновых или хиноидных структур, участвующих в процессах переноса электронов в клетке. Для молочнокислых бактерий фитол служит стимулятором роста.

В образце №2 также были обнаружены компоненты эфирных масел: 1-метил-5-метил-8-(1-метилэтил)-1,6-циклодекадиен - 0,60%; 1-гексадецен-2,74%; ди-N-октил фталат - 9,69% от числа обнаруженных компонентов.

В образце № 1 (с. Тменикау, 1710 м над уровнем моря) обнаружены этиловые эфиры НЖК и ПНЖК: пальмитиновой кислоты (18,40%), линолевой (7,73%) и линоленовой кислоты (16,10%), а также метиловый эфир маргаритовой кислоты (5,01%). Также были обнаружены такие соединения, как дитерпеновый спирт – фитол (11,11%), терпеновое соединение кариофиллен (0,62%), производное пиридин-карбоксамид – N-(2-трифлуорометилфенил) -пиридин-3-карбоксамид (8,72%), а также алкан эйкозан (6,11%).

В образце №3 (место сбора - окрестности с. Верхний Кани, 1465 м над уровнем моря) идентифицированы жирные кислоты (ЖК): насыщенная пальмитиновая (2,62%) и ненасыщенная ЖК - линолевая (1,99%); эфиры жирных кислот: этиловые эфиры пальмитиновой (6,73%), стеариновой (1,98%), линолевой (3,38%) и линоленовой (7,11%), а также метиловый эфир 19-метил эйкозановой кислоты (2,88%). В данном образце также были обнаружены: дитерпеновый спирт - фитол (3,82%), 2,4-бис(1,1-диметилэтил) фенол (7,22%) и диэтилфталат (25,45%).

В образце шалфея мутовчатого №4, собранном в окрестностях с. Хидикус (1320 м над уровнем моря), были идентифицированы так же этиловые эфиры НЖК и ПНЖК: пальмитиновой (18,60%), стеариновой (3,08%), линолевой (9,55%) и линоленовой (23,68%); терпеновые соединения: фитол (11,55%) и кариофиллен (0,62%).

Аналогичный состав обнаружен в образце №5 (место сбора - правый берег долины р. Урух севернее каньона Ахсингта, 950 м над уровнем моря): этиловые эфиры пальмитиновой (29,30%), стеариновой (5,81%), линолевой (9,21%) и линоленовой (21,38%) кислот; фитол - 11,55% и кариофиллен - 3,06% от общего числа обнаруженных компонентов.

Таким образом, проанализировав исследованные образцы шалфея мутовчатого, взятых в разных районах РСО-Алания, следует отметить, что в составе всех образцов обнаружены общие компоненты – жирные кислоты, эфиры насыщенных и ненасыщенных жирных кислот и терпеновые соединения (кариофиллен и фитол). Однако, в некоторых образцах обнаружены иные вещества, так например, только в образце №6 был идентифицирован витамин Е, а в образце №2 – бетулин, относящийся к классу тритерпеновых соединений, обладающих высокой биологической активностью.

Наиболее богатый состав обнаружен в образцах шалфея мутовчатого, отобранных над селением Харисджин (образец №2), а наименьшее число

компонентов было обнаружено в образце №6, отобранном в окрестностях селения Гусыра.

Установлено, что содержание органических веществ в зеленой массе шалфея мутовчатого существенно зависит от места произрастания данного растения.

### **Результаты идентификации органических компонентов в траве котовника крупноцветкового**

Эфиромасличные растения — растения, содержащие в особых клетках (эфиромасличных ходах) или в железистых волосках пахучие эфирные масла — летучие соединения практически не растворимые в воде. Эфиромасличными эти растения стали называть в XIX веке, когда из них стали получать промышленные количества пахучих веществ — прежде всего эфирных масел. Используются же они не одно тысячелетие. Способность вырабатывать пахучие масла отмечены более чем у 3000 видов растений, относящихся в семействам Зонтичные, Яснотковые, Рутовые, но промышленное значение имеют во всём мире около 200 видов. Эфиромасличные растения используются в пищевой промышленности (вкусовые приправы и ароматизаторы для кондитерской, консервной, ликёрово-водочной промышленности) и парфюмерно-косметической промышленности (розовое, жасминное, лавандовое масла), а также в мыловарении, фармацевтическом производстве и др. отраслях. В последние годы наблюдается существенное расширение использование эфиромасличного сырья при разработке лекарственных, косметических и пищевых продуктов, обусловленное высоким содержанием в растительном сырье биологически активных веществ.

К эфирным маслам относят особые пахучие вещества, которые вырабатываются эфиромасличными растениями (М.И. Горяев, 1962; Т.П. Березовская, 1968; А.И. Арипштейн, 1978). Это многокомпонентные смеси органических соединений, главным образом терпенов и их кислородных производных — спиртов, альдегидов, кетонов, эфиров и др. (А.К. Кунче, 1936; Т.П. Березовская, 1968; Т.Н. Михайлова, 1969; Т.А. Киселева, 1991; П.П. Кискин, 1991).

Синтез эфирных масел происходит в особых клетках различных органов растений, и они накапливаются в цветах, семенах, листьях, плодах, корнях и корневищах. Образование эфирных масел зависит от условий, в которых произрастает растение: климата и высоты над уровнем моря. Поэтому количество эфирных масел не всегда тождественно у одинаковых растений. По химическому составу это смеси различных химических соединений, принадлежащие к группе терпеноидов. Они очень летучи и имеют резкий ароматный запах, пекущие на вкус, почти нерастворимы в воде, хорошо растворяются в спирте, эфире, маслах, смолах.

Котовник крупноцветковый (*Nepeta grandiflora*) — вид многолетних травянистых растений рода Котовник (*Nepeta*) семейства Яснотковые (Lamiaceae). Многолетнее растение высотой 50—150 см.

Из анализа полученных данных следует, что в образце котовника крупноцветкового №8 биологически активных веществ идентифицировано

намного меньше, чем в образце №25. Так, в котовнике крупноцветковом (образец №25), собранном в окрестностях селения Гусыра, на высоте 910 метров над уровнем моря, идентифицированы следующие вещества: 1,3-бис(3-феноксифенокс) бензен – 0,74% от общего числа обнаруженных компонентов, пиран в количестве 1,91% от общего числа обнаруженных компонентов, 2-метилиндолин – 5,05, этил- $\alpha$ -D-глюкопиранозид - 5,86% от общего числа обнаруженных компонентов. Также были идентифицированы такие вещества как: этиловый эфир гидрооксициновой кислоты в количестве от общего числа обнаруженных компонентов 0,20%, пальмитиновая кислота – 1,12%. Пальмитиновая кислота - наиболее распространенная в природе жирная кислота, входит в состав глицеридов большинства животных жиров и растительных масел. Дибутиловый эфир фталевой кислоты обнаружен в количестве 0,29% от общего числа обнаруженных компонентов; этиловый эфир пальмитиновой к-ты и этиловый эфир маргаритиновой кислоты – в количестве 6,50 - 0,16% от общего числа обнаруженных компонентов. Содержание фитола в образце №25 составило 3,09%. Фитол широко распространён в природе, входя в состав молекул хлорофиллов зелёных растений, красных водорослей, а также в состав витамина Е (а-токоферола) и других токоферолов и витамина К<sub>1</sub>.

Биологическая роль фитола состоит в увеличении липофильности (средства к липидам) порфириновых или хиноидных структур, участвующих в процессах переноса электронов в клетке. Для молочнокислых бактерий фитол служит стимулятором роста.

Уровень гексадекадиенола ацетата и линоленовой кислоты в исследуемом растении составило 0,29 и 9,52% от общего числа обнаруженных компонентов. Также были обнаружены этиловый эфир линолевой кислоты – 2,94, этиловый эфир стеариновой кислоты – 1,40, метиловый эфир гексадекатриеновой кислоты – 0,35%, метиловый эфир арахидиновой кислоты - 0,82%; сквален – 0,88% от общего числа обнаруженных компонентов. Сквален является производным витамина А. Поступая в организм человека, сквален омолаживает клетки, а также сдерживает рост и распространение злокачественных образований. Кроме этого, сквален способен повышать силы иммунной системы организма в несколько раз, обеспечивая тем самым его устойчивость к различным заболеваниям.

В образце №8, собранном в окрестностях селения Фиагдон на высоте 550 над уровнем моря были идентифицированы только 5 наименований веществ: 1,3-бис(3- феноксифенокс) бензен – 7,51% от общего числа обнаруженных компонентов, этиловый эфир пальмитиновой кислоты – 4,50%, фитола – 3,02%. Обнаружено также содержание этилового эфира линолевой кислоты – 1,48%. Идентифицированы также вещества: этиловый эфир линоленовой кислоты и этиловый эфир стеариновой кислоты – 3,94 и 1,04% от общего числа обнаруженных компонентов, соответственно.

Исходя из результатов, полученных с помощью хромато-масс-спектрометрического метода установлено, что содержание органических соединений в котовнике крупноцветковом (*Nepeta grandiflora* Vieb) существенно зависит от места отбора образца растения и от высоты над уровнем моря. Можно сделать вывод, что наиболее богатым по числу идентифицированных



органических компонентов оказался образец котовника крупноцветкового №25, взятый на высоте 910 метров над уровнем моря в окрестностях селения Гусыра.

Проведенными нами исследованиями в анализированных образцах котовника крупноцветкового идентифицировано значительное количество органических компонентов, многие из которых являются биологически активными веществами.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать богатые биологически активными соединениями вытяжки из котовника крупноцветкового для практического использования, в том числе и в производстве напитков.

В настоящее время биотехнологическая промышленность разрабатывает технологии использования для производства биотоплива возобновляемое растительное сырье. На наш взгляд, для этих целей широко может использоваться зеленая масса горца сахалинского, обеспечивающая урожай зеленой массы до 1500 ц/га.

В связи с тем, что дрожжевые грибы весьма отзывчивы на содержание в питательной среде макро- и микроэлементов, а также биологически активных соединений, содержание которых в биомассе горца сахалинского нами изучено.

### **Биологически активные вещества (БАВ) зеленой массы горца сахалинского**

Исследование БАВ является весьма сложной задачей, потому, что БАВ накапливаются в сложном многокомпонентном комплексе. С целью наиболее точной идентификации биологически активных веществ внедряются самые современные инструментальные методы анализа и, в первую очередь, гибридные хроматографические методы (ВЭЖХ, ГЖХ и ВЭТСХ) (Наниева, 2014).

Хромато-масс-спектрометрия - это метод анализа смесей, главным образом, органических веществ и определения следовых количеств веществ в объеме жидкости. Метод основывается на комбинации двух самостоятельных методов – хроматографии и масс-спектрометрии. При помощи первого осуществляют разделение смеси на составляющие, с помощью второго – идентификацию и определение строения вещества, количественный анализ. Важно, что метод позволяет добиваться большей воспроизводимости хроматографических параметров, что позволяет проводить исследования растений без существенных «поправок» в методиках анализа (Наниева, 2014).

Приводим характеристику идентифицированных биологически активных вещества (в % от общего числа обнаруженных компонентов - ОЧОК), обнаруженные в зеленой массе горца сахалинского.

Исходя из анализа полученных данных следует, что нами были идентифицированы следующие классы биологически активных веществ: жирные кислоты (ЖК), полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК), терпеновые соединения, ароматические соединения, фитостеролы, витамины, красители, жирные масла и углеводороды.

Жирные кислоты зеленой массы горца сахалинского представлены миристиновой и пальмитиновой кислотами, содержание которых составило

10,86% и 3,61% от общего числа обнаруженных компонентов. Миристиновая кислота находится в избытке в виде того же триглицерида во многих растительных маслах. Пальмитиновая кислота входит в состав глицеридов большинства животных жиров и растительных масел, ее используют в производстве стеарина.

Полиненасыщенные жирные кислоты (ПНЖК) условно разделяют на эссенциальные (незаменимые) и неэссенциальные. Эссенциальными для млекопитающих считаются только полиеновые кислоты n-3 и n-6 семейств.

В зеленой массе горца сахалинского идентифицированы следующие ПНЖК (табл.10): линолевая, линоленовая и эйкозапентаеновая кислоты. Их содержание от общего числа обнаруженных компонентов, соответственно, равно 6,04%, 6,78% и 2,57%.

Терпеновые соединения являются основными компонентами эфирных масел и смол. В горце сахалинском они представлены дитерпеновым спиртом фитолом в количестве 4,41% от ОЧОК. Фитол входит в состав хлорофилла, витаминов E и K<sub>1</sub>, служит стимулятором роста для молочнокислых бактерий.

Представителем фитостеролов в горце сахалинском выступает ситостерол в количественном выражении 9,99% от ОЧОК. Ситостерол обладает иммуномодулирующим действием. Основным механизмом биологического действия фитостеролов – это антиатеросклеротическое действие.

Так же зеленая масса горца сахалинского богата витамином E – 24,57% от общего числа обнаруженных компонентов. Токоферолы являются эффективными внутриклеточными антиоксидантами, регулируют клеточную проницаемость, способствуют накоплению в организме витамина A, защищая его от окисления.

Ароматическим соединением зеленой массы горца сахалинского выступает 1-аллил-2-(4-флуорофени)-3-оксо-2,3-дигидро-1H-изоиндол-4-карбоновой кислоты – 0,43% от ОЧОК. Все ароматические соединения являются физиологически активными веществами.

Красящие вещества растений разнообразны по химическому составу и структуре. Нами был обнаружен в составе зеленой массы горца сахалинского красный дисперсный краситель - 9,10-антрацендион, составляющий 22,39% от ОЧОК, что впоследствии дало фактическое обоснование наличия характерной красной окраски гидролизатов из зеленой массы изучаемого растения.

Также нами были идентифицированы жирные масла, циклоалканы и углеводороды. Жирные масла представлены этиловым эфиром линоленовой кислоты в количестве 2,28% от ОЧОК; циклоалканы – триметил-бициклогептаном обнаружен в количестве 8,87% от ОЧОК, углеводороды - октаметил-октадекагидро-2H-пиценон - в количестве 26,64% от общего числа обнаруженных компонентов.

Из выше изложенного следует, что зеленая масса горца сахалинского наиболее богата ЖК, ПНЖК, ситостеролом, витамином E и 9,10-антрацендионом. Этот факт можно наблюдать на хроматограмме, приведенной на рисунке 2.

Таким образом, горец сахалинский является культурой с богатым биохимическим составом, что позволяет нам рассматривать его как ценную нетрадиционную кормовую культуру и подходящую сырьевую базу для

получения гидролизатов, выступающих основой питательной среды, на основе которой нами осуществлялось культивирование штаммов разных видов дрожжей, с целью получения микробного белка, восполнение дефицита которого в агропромышленном комплексе на данный момент является актуальной проблемой.

Гидролизаты из зеленой массы горца сахалинского могут быть использованы для получения биоэтанола, как высокоэкологичного топлива, использование которого значительно сокращает эмиссию автомобильного транспорта, в отличие от нефтяных видов топлива.