



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА ХИМИИ, ЭКОЛОГИИ И МЕТОДИКИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

Исследование антиоксидантной активности пряных растений
Выпускная квалификационная работа по направлению
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность программы бакалавриата

«Биология. Химия»

Форма обучения очная

Проверка на объем заимствований:
71 % авторского текста

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована

«20» мая 2020 г.

Зав. кафедрой Химии, экологии и
методики обучения химии

(название кафедры)

Сутягин А.А. Сутягин А.А.

Выполнила:
Студентка группы ОФ-501/068-5-1
Смолина Екатерина Андреевна

Научный руководитель:
канд. пед. наук, доцент
Лисун Наталья Михайловна

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИОКСИДАНТОВ.....	7
1.1 Активные формы кислорода – генерация и повреждение тканей..	8
1.2 Классификация антиоксидантов.....	11
1.3 Характеристика механизма действия антиоксидантов.....	17
1.4 Показатели антиоксидантной активности.....	21
1.5 Природные антиоксиданты, их действие и применение.....	22
1.6 Требования, предъявляемые к антиоксидантам.....	25
Выводы по первой главе.....	27
ГЛАВА 2. ВЫДЕЛЕНИЕ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ....	29
2.1 Метод определения антиоксидантов в растительном сырье.....	29
2.2 Выделение антиоксидантов из растительного сырья.....	33
2.3 Количественное определение общего содержания фенольных веществ в экстракте, полученном из растительного сырья.....	34
2.4 Количественное определение общего содержания флавоноидов в экстракте, полученном из растительного сырья.....	36
2.5 Количественное определение общего содержания β -каротина в экстракте, полученном из растительного сырья.....	37
Выводы по второй главе.....	39
ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ.....	41
3.1 Проектная деятельность школьников в условиях реализации ФГОС.....	41
3.2 Поэтапное сопровождение педагогом исследовательского проекта.....	43
Выводы по третьей главе.....	50

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	52
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	54
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 Методика определения общего содержания фенольных веществ.....	58
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 Калибровочный график зависимости оптической плотности раствора от концентрации фенольных веществ.....	62
ПРИЛОЖЕНИЕ 3 Методика определения общего числа флавоноидов...	63
ПРИЛОЖЕНИЕ 4 Методика определения содержания β -каротина.....	65
ПРИЛОЖЕНИЕ 5 Дорожная карта реализации исследовательского проекта «Антиоксиданты в пряных растениях».....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ 6 Рекомендуемые источники для исследовательского проекта.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ 7 Диплом участия школьника в конкурсе проектов.....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ 8 Оценочный лист наставника исследовательского проекта.....	74

ВВЕДЕНИЕ

Кислород – активный окислитель. Реакции окисления с участием кислорода – источник энергии для многих живых организмов. Однако в процессе метаболизма в клетке образуются и накапливаются активные формы кислорода, разрушающие структуру и вещества клетки. По своей природе они являются радикалами, которые способны частично или полностью разрушают липиды, протеины, вызывают мутацию клеток и генов. В конечном итоге в клетке и во всем организме в целом нарушается обмен веществ, возникает окислительный стресс.

Задачей антиоксидантов является связывание и выведение свободных радикалов из организма. В нашем организме существует собственная система борьбы с избыточным количеством свободных радикалов – антиоксидантная система. Однако её эффективность падает под воздействием неблагоприятных факторов окружающей среды. Неправильное питание, стрессы, выхлопные газы автотранспорта, продукты переработки различных производств и многие другие факторы негативно влияют на нас и нашу антиоксидантную систему.

Между тем, небезызвестно, что многие растения (в частности, пряные травы) содержат вещества, обладающие антиоксидантной активностью. Употребление в пищу «правильных» продуктов может восстанавливать антиоксидантную систему организма и значительно улучшать общее состояние организма: самочувствие, настроение и многое другое. Добавление, при готовке, в пищевые продукты различных высушенных частей пряных растений не только придает интенсивный и характерный аромат свежим и готовым продуктам, это также вносит натуральные антиоксиданты. Тонкий индивидуальный аромат, передаваемый блюду пряностями, вызывает аппетит и помогает при дальнейшем переваривании пищи. Поэтому пряности даже в малых дозах оказывают положительное действие на пищеварительный процесс.

Помимо того, содержащиеся в пряностях антиоксиданты на прямую влияют на выраженность проявлений аллергических заболеваний, в том числе бронхиальной астмы.

Таким образом, антиоксиданты имеют разноплановое воздействие на улучшение состояния здоровья людей, поэтому добавление в питание добавок, содержащих высокий уровень антиоксидантов, является необходимым фактором для поддержания эффективности антиоксидантной системы организма.

Целью моей работы является установление количественного содержания антиоксидантов в пряных растениях.

Для достижения цели мною были поставлены следующие задачи:

1) на основании литературных источников составить химико-биологическую характеристику антиоксидантов, охарактеризовать их механизм действия и изучить влияние антиоксидантов на организм человека;

2) провести сравнительный анализ антиоксидантов в различных пряных растениях, включающий в себя их экстракцию, разделение и количественное определение их из растительного сырья;

3) разработать и апробировать методического сопровождения исследовательского проекта обучающегося старшей школы.

Объект исследования: пряные растения.

Предмет исследования: антиоксиданты (фенольные вещества, флавоноиды, β -каротин).

Для достижения поставленных задач были использованы следующие методы: анализ литературных источников; экстракционный метод; спектрофотометрический метод; статистический метод.

Гипотеза: антиоксидантный эффект пряных растений обусловлен присутствием соединений различной химической природы.

Практическая значимость: действие внешних повреждающих факторов таких, как радиация, загрязнения воздуха, ультрафиолет и

гипероксия, либо активизация внутренних механизмов генерирования радикалов может привести к масштабным нарушениям обмена веществ организма, к окислительному стрессу, являющимся значимым патогенетическим фактором, приводящим к развитию многих заболеваний и патофизиологических процессов. Это делает актуальным поиск и изучение средств профилактики и терапии окислительного стресса – природных и синтетических антиоксидантов.

ГЛАВА 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИОКСИДАНТОВ

По определению, антиоксидант – это любое соединение, которое существенно замедляет окисление субстрата, при этом присутствуя в сравнительно низких концентрациях [9]. Этому определению соответствует большое количество соединений органической природы, способных вступить в реакцию с активными формами кислорода. Присутствие в системе антиоксидантов позволяет замедлить окисление многих биологически активных веществ (например, липиды, белки, нуклеиновые кислоты) – как в условиях *in vivo*, так и в *in vitro*.

В настоящее время интерес к антиоксидантам растет всё больше и больше, это обусловлено тем, что антиоксиданты обладают способностью блокировать повреждающее воздействие свободных радикалов и, тем самым, они предохраняют организм от многих заболеваний. Специалисты уделяют большое внимание моделированию противорадикальной и противоокислительной активности биоантиоксидантов [22]. Также большое внимание уделяется количественной оценке антиоксидантной активности пищевых продуктов, биообъектов и лекарственных препаратов, так как значительное количество антиоксидантов не синтезируются в организме, а попадают в него лишь в составе пищевых продуктов и лекарственных средств [29].

На сегодняшний день среди природных антиоксидантов максимальное практическое использование приобрели производные фенола, неорганические соединения серы, токоферолы, лецитины, каротин и фосфолипидные соединения. Обширно используются хиноны, аскорбиновая, фосфорная, лимонная кислоты, гваяковая смола, фосфатиды, госсипол, сезамол, витамин К, фермент каталаза и другие [12]. К антиоксидантам относятся также кверцетин, кверцитрин, рутин, обнаруженные в различных растениях [23; 30].

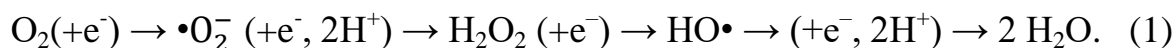
В большинстве случаев, антиоксиданты тормозят реакции окисления биологически активных веществ только в течение определенного промежутка времени. Следовательно, эффективнее будет тот антиоксидант, чей этот период будет продолжительнее [6].

На практике выбор антиоксиданта находится в зависимости от его назначения, физической, химической и биологической природы [7]. В силу сложности свободнорадикальных процессов результативность действия какого-либо антиоксиданта трудно прогнозировать [11]. С этой целью необходима постановка экспериментальных исследований, а также статистическая обработка полученных результатов опытов.

1.1 Активные формы кислорода – генерация и повреждение тканей

Особую систему в организме, способную принимать участие в ряде физиологических функций и во многих патологических процессах, составляют активные формы кислорода.

В ходе окислительного фосфорилирования в клетках образуется энергия. У млекопитающих ведущими ферментами восстановления кислорода являются оксидазы и оксигеназы. В электрон-транспортной цепи митохондрий, осуществляется восстановление с образованием активных форм кислорода по реакции (1):



Железо и медь как металлы с переменной валентностью входят в состав ферментов электрон-транспортной цепи митохондрий. Именно они являются донорами электронов.

С физико-химического подхода, активные формы кислорода являются, прежде всего, свободными радикалами с неспаренным на валентном уровне электроном [20]. Важнейшими активными формами кислорода считаются: супероксидный радикал $\bullet\text{O}_2^-$, синглетный кислород

$^1\text{O}_2$, гидроксильный $\bullet\text{OH}$ и пероксидный HO_2^\bullet радикалы, перекись водорода H_2O_2 , пероксидный ион HO_2^- , гипохлорит HOCl .

Активные формы кислорода могут образовываться в ходе различных процессов в организме. Синглетный кислород образуется в реакциях фотоокисления в присутствии фотосенсибилизаторов и при дисмутации супероксидных радикалов. Синглетный кислород агрессивен в отношении биосубстратов, в особенности молекул с двойной связью. Итогом этих реакций служит образование гидроперекисей органических молекул. В присутствии металлов с переменной валентностью таких, как, например, железо или медь, продукты таких реакций запускают цепные механизмы окислительной деградации биомолекул с образованием липидных радикалов, пероксидов и гидропероксидов. β -каротин является в данном случае ведущим защитным механизмом, так как именно β -каротин переводит синглетный кислород в триплетный [8].

В процессе присоединения электрона к молекуле кислорода образуются супероксидный анион-радикал $\bullet\text{O}_2^-$ и гидроперекисный радикал HO_2^\bullet . Генерация супероксидного анион-радикала осуществляется в электрон-транспортной цепи митохондрий и микросомах при случайных сбоях в цепи переноса электронов, особенно при недостатке кислорода. Гидроперекисный радикал вступает в реакции с линолевой, линоленовой, арахидоновой кислотами, способствуя их окислению до гидроперекисей и запуская протекание цепного окисления липидов в биологических мембранах. Однако супероксидный анион-радикал и гидроперекисный радикал играют важную роль в защитных неспецифических иммунных механизмах организма при инфекционных и других воспалительных процессах [16].

Образование перекиси водорода возможно благодаря дисмутации супероксидных анион-радикалов под действием супероксиддисмутазы. Наибольшей токсичностью, по отношению к клетке, среди всех активных форм кислорода обладает гидроксильный радикал $\bullet\text{OH}$, который может

давать перекись водорода в присутствии ионов металлов с переменной валентностью. При этом главными видами повреждений биомолекул являются: отрыв атома водорода (повреждение лецитина и сахара в составе нуклеозидов ДНК); присоединение к молекулам по двойным связям (взаимодействие с пуринами и пиримидинами ДНК и РНК), перенос электронов также является важным в повреждающем действии $\bullet\text{ОН}$. Прямое повреждение ДНК при этом характеризуется разрывом цепи, окислением оснований, их модификации, образованием гидропероксидов ДНК, повреждением хромосом. С белками гидроксильный радикал образует гидропероксиды, что может изменить третичную структуру белков и даже вызывать их агрегацию и денатурацию [19]. Это приводит к нарушению ферментативной и регуляторной активности многих процессов.

С липидами гидроксильный радикал запускает реакции цепного окисления липидов, в ходе которых образуются перекиси. Такие реакции важны в клеточной патологии. Механизм данных реакций следующий: гидроксильный радикал внедряется в липидный слой мембран, в силу того, что он не имеет заряда, он проникает в толщу гидрофобного липидного слоя и вступает в химическое взаимодействие с полиненасыщенными жирными кислотами биологических мембран и липопротеинами плазмы крови, в конечном итоге, образуются липидные радикалы, которые вступают в реакцию с растворенным в среде кислородом, образуя радикал липоперекиси. Этот радикал атакует одну из соседних молекул фосфолипида с образованием гидроперекиси липида и нового радикала. Далее развивается цепная реакция.

1.2 Классификация антиоксидантов

Все антиоксиданты могут быть разделены на антиоксиданты косвенного действия и антиоксиданты прямого действия.

Антиоксиданты косвенного действия способны снижать интенсивность свободнорадикального окисления только в биологических объектах *in vivo*, но неэффективны *in vitro*. Механизмы их воздействия могут быть различны:

- 1) активация антиоксидантных ферментов;
- 2) подавление в организме реакций, приводящих к образованию активных форм кислорода;
- 3) сдвиг реакций свободнорадикального окисления в сторону образования менее реакционноспособных соединений;
- 4) селективная индукция генов, кодирующих белки систем антиоксидантной защиты и репарации повреждений;
- 5) нормализация обмена веществ и т.д. [34].

Несомненно, что при заболевании интенсивность свободнорадикального окисления имеет высокий уровень и при нормализации обменных процессов в организме обязана приводить к снижению продукции активных форм кислорода и уровня свободнорадикального окисления. На основании этого можно сделать вывод о том, что любое вещество, которое способно оказывать нормализующее действие на метаболические процессы в организме, способно проявить «антиоксидантный» эффект.

Антиоксиданты прямого действия определяют, как вещество, которое обладает непосредственными антирадикальными свойствами, выявляющимися в тестах *in vitro*, и которое, присутствуя в среде в низкой концентрации, достоверно снижает или предотвращают окисление какого-либо субстрата. Благодаря тому, что первичный скрининг антиоксидантов прямого действия можно осуществлять с применением сравнительно

простых тест-систем *in vitro*, и тому, что их результативность в меньшей степени зависит от функционального состояния метаболических систем организма, антиоксиданты прямого действия составляют значительную долю обширно используемых лекарственных препаратов антиоксидантного действия, а также им уделяется главное внимание при поиске новых антиоксидантов, обладающих перспективами в клиническом применении [33].

На данный момент времени классификация антиоксидантов прямого действия, которая могла бы считаться общепризнанной, отсутствует. Однако существует классификация, подразделяющая антиоксиданты на гидрофильные и липофильные. Она имеет свои недостатки и преимущества. Из недостатков можно выделить то, что данная классификация не дает возможность группировать антиоксиданты согласно механизму их действия. Преимуществом является то, что эта классификация основана на растворимости веществ в водной и липидной фазе, это позволяет предположить, в каких компартментах клетки в большей степени будут накапливаться и результативно действовать определенные антиоксиданты [5].

Еще одна классификация антиоксидантов основана на том, что подразделяет их по их химической структуре. Она предусматривает химическую структуру веществ и позволяет предполагать наличие антиоксидантных свойств и эффективность воздействия вещества определенного химического строения [17]. Еще одним из преимуществ данной классификации является то, что она позволяет находить новые перспективные соединения из числа более узких определенных групп веществ с одновременным учетом степени их липофильности/гидрофильности. Такая классификация является наиболее удобной, так как в ней более ярко выражена зависимость между наличием определенных функциональных групп и механизмом действия антиоксидантов.

Классификация антиоксидантов по их химической структуре систематизирует антиоксиданты в пять основных категорий:

- 1) доноры протона,
- 2) полиены,
- 3) катализаторы,
- 4) ловушки радикалов,
- 5) комплексообразователи.

1. Доноры протона.

Донорами протона являются вещества, обладающие легкоподвижным атомом водорода. Они способны перехватывают свободные радикалы по реакции (2):



где АН – антиоксидант с подвижным атомом водорода;

$\text{X}\cdot$ – радикальный инициатор или промежуточный радикальный продукт свободнорадикального окисления.

Образующиеся в ходе реакции радикалы ($\text{A}\cdot$), в зависимости от того, какие соотношения концентраций реагирующих соединений и какие условия протекания реакции, способны при взаимодействии с радикалами-инициаторами ($\text{X}\cdot$) или радикалами-продуктами ($\text{A}\cdot$) приводить либо к обрыву цепи, либо могут вступать в побочные реакции продолжения цепи свободнорадикального окисления [4]. Доноры протона являются наиболее обширная категория антиоксидантов, нашедших свое применение в медицине.

а) Фенолы. Механизм данной группы антиоксидантов сводится к взаимодействию с образующимися в ходе реакции перекисного окисления липидов перокси- ($\text{ROO}\cdot$) и алкокси-радикалами ($\text{RO}\cdot$) за счет легкоподвижного атома водорода фенольных групп в составе молекулы антиоксиданта. Данная группа антиоксидантов имеет свои недостатки и

преимущества. Из преимуществ можно выделить то, что они хорошо подавляют реакции перекисного окисления липидов. А из недостатков - они практически неспособны защищать белки от окислительного повреждения, а также то, что они очень слабо взаимодействуют с радикальными активными формами кислорода [32].

Из представителей фенольных антиоксидантов можно выделить токоферолы, ионол, пробукол, производные фенолов и нафтолов, флавоноиды, катехины, фенолкарбоновые кислоты, эстрогены.

б) Азот-содержащие гетероциклические вещества. Механизм действия данной группы антиоксидантов подобен механизму фенольных соединений. Отличие выражается в том, что высокой подвижностью в молекуле таких веществ обладает атом водорода, который находится в связи с азотом в составе ароматического гетероцикла.

Основными представителями азот-содержащих гетероциклических веществ являются мелатонин, производные 1,4-дигидропиридина, 5,6,7,8-тетрагидробиоптерин, производные пирролопиримидина.

в) Тиолы. Данная группа антиоксидантов имеет механизм действия двойственного характера: с одной стороны, тиолы могут выступать в роли доноров протона с образованием тиольных радикалов по реакции (3):



с другой стороны, они способны хелатировать катионы переходных металлов. По сравнению с фенолами, тиольные антиоксиданты являются более эффективными антиоксидантами в случае предотвращения окислительного повреждения белков [28].

Основными представителями тиолов являются глутатион, цистеин, гомоцистеин, N-ацетилцистеин, эрготионеин, дигидролипоевая кислота.

г) α,β -Диенолы. Аскорбиновая кислота является основным представителем группы α,β -диенолов. Для нее установлен механизм

действия: аскорбиновая кислота является донором протонов, при этом она обратимо превращается в дегидроаскорбиновую кислоту.

д) *Порфирины*. Данная группа антиоксидантов обладает несколькими механизмами действия: они являются донорами протонов, комплексообразователями, катализаторами [13]. Основным представителем является билирубин.

2. Полиены.

Полиены – это группа антиоксидантов, молекулы которых включают в себя несколько ненасыщенных связей, благодаря которым они способны, окисляясь, конкурировать за активные формы кислорода и радикалы с биомолекулами, таким образом, защищая их от окисления. Полиены не обладают высокой активностью как антиоксиданты, однако, при совместном действии с антиоксидантами-донорами протона, происходит синергичное усиление антиоксидантного эффекта. Условием такого синергичного усиления является более высокая молярная концентрация антиоксидантов-доноров протона [4].

Полиены защищают липиды гораздо сильнее, нежели белки и нуклеиновые кислоты, а также способны осуществлять прооксидантное действие, так как продукты окисления полиенов легко вовлекаются в дальнейшее развитие реакций свободнорадикального окисления.

Основные представители: ретиноиды (ретиноль, ретиноевая кислота, ретинол и его эфиры) и каротиноиды (каротины, ликопин, спириллоксантин, астацин, астаксантин и др.).

3. Катализаторы.

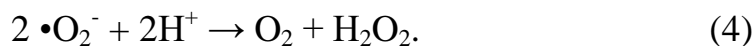
Катализаторами, или имитаторами ферментов, называются соединения, которые могут катализировать элиминацию активных форм кислорода и промежуточных продуктов свободнорадикального окисления без образования новых свободных радикалов [14].

Катализаторы эффективны в гораздо более низких молярных концентрациях, что позволяет им не расходоваться в ходе реакций. Это

преимущество означает, что данные антиоксиданты могут применяться в значительно меньших дозах, но эффект их действия в организме будет сохраняться дольше, а вероятность проявления побочного действия у них гораздо меньше. Именно это их отличает от антиоксидантов, которые были рассмотрены ранее.

Наибольшие перспективы в медицине имеют две группы имитаторов ферментов: имитаторы супероксиддисмутазы и глутатионпероксидазы.

Имитаторы супероксиддисмутазы. Супероксиддисмутаза является ферментом, катализирующим дисмутацию супероксид-анион-радикала ($\bullet\text{O}_2^-$) по реакции (4):



Известны две группы соединений, способных катализировать дисмутацию супероксид-анион-радикала: нитроксилы и аминоксилы. Нитроксилы на данный момент времени рассматриваются как многообещающая основа новых медицинских антиоксидантов. Исследуют их распределение в организме, метаболизм, а также токсикологию.

Комплексы некоторых азот-содержащих органических соединений с катионами тяжелых металлов являются наиболее активными и наименее токсичными. Мишенью имитаторов супероксиддисмутазы является супероксид-анион-радикал. Это делает их самими универсальными среди всех групп антиоксидантов.

Имитаторы глутатионпероксидазы. Данные имитаторы катализируют реакции превращения гидропероксидов и перекиси водорода в инертные гидроксисоединения [14]. Имитаторы глутатионпероксидазы нуждаются в присутствии в среде глутатиона или аскорбиновой кислоты.

Механизм действия этих имитаторов предполагает, что они эффективны только для снижения интенсивности перекисного окисления липидов.

4. Ловушки радикалов.

Ловушками радикалов называют соединения, которые при реакции со свободными радикалами продуцируют продукты, имеющие радикальную природу, при этом для них характерно снижение реакционной способности.

Ловушки радикалов способны ингибировать все звенья свободнорадикального окисления за счет элиминации первично продуцирующихся активных форм кислорода.

Из типичных представителей можно назвать фенил-трет-бутилнитрон, эффективно связывающие супероксидные и гидроксильные радикалы.

5. Комплексообразователи.

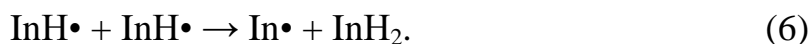
Комплексообразователями называют также хелаторами. Они способны хелатировать катионы металлов, которые способны участвовать в продукции активных форм кислорода. От природы образовавшихся комплексов будет зависеть их дальнейшая способность участвовать в реакциях свободнорадикального окисления.

Хелаторы способны к проявлению анти- и прооксидантным свойств (на это будет влиять условия проводимого эксперимента), причем прооксидантное действие зависит не только от химической природы вещества, но и от природы инициаторов процессов свободнорадикального окисления.

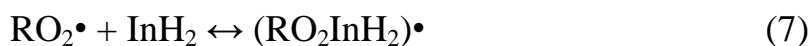
К представителям комплексообразователей можно отнести: ЭДТА и ее соли, карнозин, изоникотиноильные соединения, некоторые флавоноиды и карведилол.

1.3 Характеристика механизма действия антиоксидантов

Существует два механизма действия радикалов. По первому механизму радикалы действуют как акцепторы водорода:



Второй существующий механизм действия включает в себя образование комплекса:



Новый радикал ($\text{In}\bullet$) не способен к продолжению цепной реакции, он димеризуется и образует стабильные молекулярные продукты реакции:



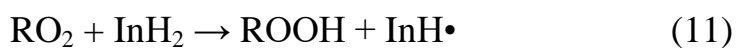
Это возможно благодаря тому, что он обладает большей энергией активации процесса окисления, чем исходный ($\text{ROO}\bullet(\text{R}\bullet)$), именно так достигается антиоксидантный эффект.

Совместное действие двух или более веществ обуславливает явление синергизма, при этом антиоксидантный эффект может усиливаться в разы. Суть этого явления лежит в восстановлении более активного ингибитора (In_1H) реакции с радикалами ($\text{ROO}\bullet$) за счет переноса атома водорода к его радикалу ($\text{In}_1\bullet$) от молекулы менее активного ингибитора (In_2H):

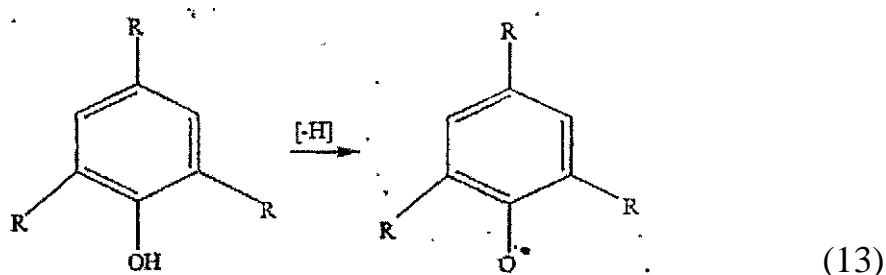


В результате действия синергистов, увеличивается продолжительность действия антиоксиданта, за счет его регенерации. При этом сами синергисты не участвуют в реакциях со свободными радикалами [10].

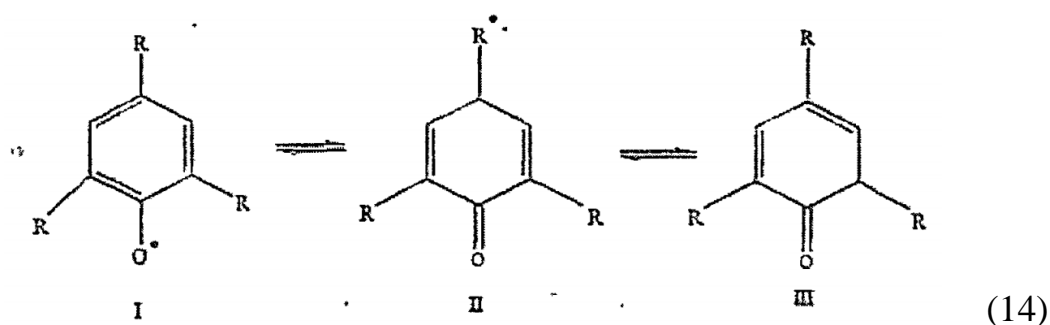
В литературе описан механизм действия фенольных ингибиторов, чей механизм действия выражается реакциями:



Ингибирующее действие фенолов достигается за счет их окисления через гомолитический разрыв связи O – H и образования феноксильного радикала, который далее не участвует в цепном процессе окисления:



Свободный электрон, образовавшийся, после отрыва атома водорода, не строго локализован на атоме кислорода, а может находиться также в орто- или пара-положении по отношению к кислороду [27]. Это обуславливает возможность существования феноксильного радикала в 3 формах – фенольной (I) или хиноидных (II и III) структурах:



Феноксильный радикал способен к образованию различных стабильных продуктов из одних и тех же или близких по составу феноксильных радикалов. Так, феноксильный радикал способен реагировать в хиноидной структуре, присоединять к себе радикалы $RO_2\cdot$ и $InRO_2\cdot$, образуя связь $ROO-C$ с последующей перестройкой молекулы в

фенол. Данные реакции характерны для среды окисляющегося жира, в которой много радикалов $RO_2\bullet$. Там, где концентрация радикалов $RO_2\bullet$ сравнительно невелика, рекомбинация радикалов $In\bullet$ происходит в димеры типа $In-In$ с образованием C-C связи.

Таким образом, основываясь на данных об образовании продуктов рекомбинации феноксильных радикалов, можно свидетельствовать о радикальном механизме происходящих при ингибировании цепных окислительных превращений фенолами и их производными.

Помимо инактивации окислительных свободных радикалов, фенольные соединения способны оказывать антиоксидантное действие по другому механизму: они хелатируют ионы металлов. Присутствие ионов железа, меди, кобальта, марганца, молибдена, цинка, алюминия в пищевых продуктах является одной из причин их ускоренного окисления, так как они катализируют свободное окисление органических соединений при доступе молекулярного кислорода. Антиоксиданты, обладающие хелатирующей способностью, ослабляют или выключают каталитическое действие свободных ионов тяжелых металлов.

Фенольные соединения могут выступать как ингибиторов многих окислительных ферментов – это третий вид антиокислительной активности. Суть заключается в том, что хелатирующая способность антиоксидантов проявляется и в отношении тех ионов металлов, которые включены в состав активных центров большинства окислительно-восстановительных ферментов или играют роль кофакторов или активаторов [26].

Благодаря трем механизмам антиокислительной активности, фенольные вещества являются действительно эффективными антиоксидантами.

1.4 Показатели антиоксидантной активности

По результату измерения того или иного интегрального показателя, который будет определять общую антиоксидантную активность исследуемого продукта, можно дать оценку итоговому содержанию антиоксидантов в пищевых продуктах. Эти же показатели являются характеристиками обобщенной антиоксидантной емкости [24].

Два этих термина, похожих между собой, иницируют основательные противоречия в силу того, что показатели их выражают в единицах концентрации стандартного вещества, но никак не в единицах измерения активности или емкости. При этом указывается такая концентрация стандартного стандартного вещества, которая будет давать такой же аналитический сигнал, что и раствор исследуемого образца.

При определении суммарного содержания антиоксидантов появляются трудности методологического и терминологического характера; главное из которых - отсутствие четкой договоренности о том, что называть антиоксидантной активностью. Единого ответа на этот вопрос пока не существует. Любой показатель антиоксидантной активности отражает содержание и удельную активность антиоксидантов, присутствующих в исследуемом образце. Однако величина этого показателя не обязательно пропорциональна суммарному содержанию антиоксидантов, так как показатели антиоксидантной активности преимущественно чувствительны к определенным группам антиоксидантов. Кроме того, для антиоксидантных смесей характерны эффекты синергизма и антагонизма компонентов. В практическом отношении значения антиоксидантной активности даже более важны, чем данные о суммарном содержании антиоксидантов. Последние не учитывают ни удельной активности индивидуальных антиоксидантов, входящих в состав пробы, ни эффектов антагонизма или синергизма этих антиоксидантов [34].

С Целью замера характеристик антиоксидантной активности как правило используют электрохимические, флуориметрические также спектрофотометрические способы, базирующиеся в одновременном взаимодействии находящихся там антиоксидантов с намеренно внедренным групповым реагентом. Аналогичных показателей огромное число, вместе с тем один и тот же показатель имеет все шансы определять согласно различным методам, отличающихся по природе группового реагента, обстоятельствам выполнения реакции либо методу расчета результатов эксперимента.

На практике с целью измерения антиоксидантной активности, имитируют действие антиоксидантов *in vivo*, в целях чего же проводят реакции с намеренно подобранным окислителем и (или) веществом, производящим свободные радикалы [25]. По ходу реакции неоднократно измеряют электрохимические либо оптические свойства исследуемого раствора, а потом строят кинетические кривые, согласно которым и рассчитывают показатель антиоксидантной активности. Допускается осуществлять измерение данных свойств только один раз - одновременно по завершении предварительно установленного периода экспозиции. Итог измерения находится в зависимости от природы и концентрации любого из находящихся в пробе антиоксидантов.

1.5 Природные антиоксиданты, их действие и применение

Последние годы характеризуются бурным развитием новой, близкой к науке о питании и фармакологии области знаний, которую назвали фармаконутрициологией, расшифровавшей роль и значение для жизнедеятельности человека отдельных пищевых и биологически активных веществ (микронутриентов).

Под действием антиоксидантов стремительнее восполняются пластические также энергетические резервы организма, и помимо того, что активизируются ферменты и меняется фермент-субстрат соотношения

всяческих реакций метаболизма, достигается равновесие нервных процессов, ускоряется вывод продуктов катаболизма.

Системы антиоксидантной и прооксидантной защиты обладают исключительно важным значением для предотвращения повреждений, порождаемых чужеродными и агрессивными для организма факторами: радионуклидами, солями тяжелых металлов, химическими выбросами, пестицидами и др. Действительно, повсеместно выявляемый недостаток таких естественных антиоксидантов, как витамины С, Е, β -каротин, минеральных элементов - селена, кальция, железа, фтора, цинка, органических компонентов растительных тканей – проантоцианидов, биофлавоноидов и др. никак не способен не воздействовать на защитный потенциал организма человека. Тем более что необходимость в данных веществах в настоящее время значительно повышена [18].

Известно большое количество антиоксидантов как природного, так и синтетического происхождения, и число их из года в год растет. Среди синтетических соединений есть большое количество веществ, обладающих сильными восстановительными свойствами, однако в качестве антиоксидантов наибольшее практическое применение в мире в основном получили лишь некоторые производные фенола, которые синтезируются высшими растениями.

Флавоноиды, присутствующие практически во всех растениях в различной концентрации в разнообразной форме, являются активными биологическими веществами, обладающими антиканцерогенными, антиоксидантными, антивирусными, антиаллергенными и антимуtagenными свойствами [31].

Природные фенольные соединения часто проявляют высокую биологическую активность. В качестве примера можно указать на то, что те немногие фенольные соединения, которые характерны для организма животных и человека, являются либо гормонами (адреналин,

норадреналин, тироксин, серотонин), либо кофакторами важнейших биохимических процессов (убихиноны, витамин К1) [15].

Обнаружение капилляроукрепляющего действия фенолов растений открыло наличие у этого важного класса органических соединений высокой и важной биологической активности, пробудило интерес к их изучению и использованию.

Как показали клинические исследования, недостаточность антиокислительных реакций в организме приводит к развитию таких заболеваний, как рак, атеросклероз, инсульт, диабет и катаракта. Между окислением биополимеров и возникновением заболеваний, а также общими процессами старения существуют определенные связи.

В большинстве научных исследований было показано, что флавоноиды обладают антимуtagenными и антиканцерогенными свойствами. Возможно, они играют защитную роль в канцерогенезе, снижая канцерогенное действие различных факторов.

В исследованиях финских ученых была установлена четкая взаимосвязь между приемом флавоноидов и снижением риска заболевания раком. Предполагается, что они влияют на клеточный и внеклеточный потенциал.

Также одним из антиоксидантов пищи, который получил широкое распространение в мире и который влияет на течение аллергических реакций, является биофлавоноид кверцетин. Включение кверцетина в комплексную терапию детей в остром периоде поллиноза способствует более выраженной положительной динамике изучаемых показателей, что выражалось в снижении интенсивности перекисного окисления липидов, нормализации активности антиоксидантных ферментов, фосфолипидного состава лимфоцитов и значительном снижении уровня лейкотриена В4 [18].

Многочисленными исследованиями показано разноплановое влияние и других антиоксидантов на улучшение состояния здоровья людей.

При добавлении антиоксидантов в пищевой рацион у 70 % детей с диффузным эндемическим зобом отмечался положительный эффект. Уже через 2 месяца у 53 % из них (по данным ультразвукового исследования) произошла нормализация объема щитовидной железы. У 17 % детей объем железы значительно уменьшался. В качестве антиоксидантов для лечения эндемического зоба использовали комбинацию неферментных антиперекисных систем (витамины А и Е) и комплекс энзимов растительного происхождения [2].

Отмечается, что уровень антиоксидантов в питании человека влияет на выраженность проявлений аллергических заболеваний и в первую очередь бронхиальной астмы.

1.6 Требования, предъявляемые к антиоксидантам

Антиоксиданты, как правило, в химическом отношении являются очень реакционноспособными, т.е. они могут вступать во взаимодействие с другими активными ингредиентами и влиять на стойкость и безопасность последних. Следовательно, требуется критичный подход ко всем компонентам, входящим в рецептуру продуктов. Рецептура специализированных продуктов антиоксидантного действия должна быть научно обоснованной, в связи с этим, антиоксиданты должны удовлетворять следующим требованиям [27]:

- 1) безвредность в применяемых дозах, отсутствие раздражающего действия – аллергической реакции, как самих антиоксидантов, так и продуктов их метаболизма и образующихся при взаимодействии с ними других ингредиентов состава;
- 2) эффективность в высоком диапазоне температур;
- 3) высокая степень усвоения;
- 4) совместимость с другими ингредиентами, а также с материалами, используемыми для упаковки;
- 5) возможность обнаружения аналитическими методами.

Преимущественно в качестве антиоксидантов предлагаются многочисленные производные фенола, ароматических аминов и соединения серы природного, минерального или синтетического происхождения. Однако, являясь сильными восстановителями и обладая выраженными антиоксидантными свойствами, многие из них не удовлетворяют вышеперечисленным требованиям. Так ароматические амины, в основном, токсичны, а некоторые производные фенола неустойчивы к нагреванию.

Чужеродные вещества могут стать причиной не только пищевых интоксикаций, но и представлять опасность отдаленных последствий, например, вызывать канцерогенный, мутагенный и другие эффекты. В настоящее время недостаточно изучена зависимость аллергических заболеваний от состава пищи. Необходима тщательная токсикологическая оценка антиоксидантов как синтетического, так и природного происхождения.

С другой стороны, для профилактики метаболических заболеваний, предотвращения возникновения в организме человека высокоактивных молекул в виде свободных радикалов рекомендуют обогащать рацион антиоксидантами. Свободные радикалы возникают эндогенно при обычных реакциях обмена веществ или экзогенно, например, как компоненты табакокурения или загрязнителей окружающей среды, токсинов и радиации. Во всех жизнеспособных клетках существуют защитные механизмы против разрушающего-действия свободных радикалов — системы клеточных биоантиоксидантов, синтезируемых в организме или поступающей с пищей [15].

Законодательные органы стран, в которых антиоксиданты нашли широкое применение, издают инструкции и правила, разрешающие употребление тех или иных антиоксидантов, определяющие степень их безвредности и допустимые концентрации. В России вопросы применения антиоксидантов находятся в компетенции органов здравоохранения. В

международном масштабе проблемами использования пищевых добавок занимается Объединенный комитет экспертизы ФАО/ВОЗ, куда входят представители многих стран мира, в том числе и России.

Выводы по первой главе

В современных условиях жизни в организме человека накапливаются токсические соединения (свободные радикалы), которые в больших количествах могут отрицательно влиять на состояние здоровья человека. Наиболее актуальным решением данной проблемы является применение антиоксидантов, позволяющие безопасным способом существенно замедлить процессы окисления в организме, а также образование свободных радикалов, тем самым увеличивая уровень антиоксидантной защиты организма.

В последнее время возрос интерес к естественным антиоксидантам, а также к их применению. Наиболее обширно применяемые в медицине группы антиоксидантов - доноры протонов и полиены - результативны в большей степени против перекисного окисления липидов, однако недостаточно защищают от окислительного повреждения белки и нуклеиновые кислоты. Комплексообразователи способны оберегать организм только от металлозависимых процессов свободнорадикального окисления. Наибольшие перспективы клинического использования обладают представители групп катализаторов и ловушек радикалов: в первую очередь за счет наиболее универсального ингибирующего действия на свободнорадикальное окисление. Помимо этого, антиоксиданты-катализаторы не расходуются в ходе защитных реакций, следовательно, имеют все шансы быть применены в существенно меньших дозировках, чем антиоксиданты иных рассмотренных выше групп.

Многочисленными исследованиями показано разноплановое воздействие антиоксидантов на улучшение состояния здоровья людей, что

является положительным фактором их применения при разработке рецептур специализированных продуктов.

Работа в данном направлении на данном этапе развития нашего общества является необходимостью, продиктованной высоким эндогенным воздействием повреждающих факторов на организм человека.

ГЛАВА 2. ВЫДЕЛЕНИЕ И КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

2.1. Метод определения антиоксидантов в растительном сырье

Оценить общую антиоксидантную активность какого-либо объекта можно с помощью интегральных методов. В основе методов оценки общей антиоксидантной активности, как правило, лежат реакции взаимодействия с долгоживущими свободными радикалами, которые служат прототипом свободных радикалов, образующихся в живой клетке. Обеспечивая получение информации об антиоксидантной активности образца, такие методы имеют ряд свойств, ограничивающих возможности их применения (многостадийность анализа с затратой большого количества времени, дорогостоящие оборудование и реактивы, с помощью которых необходимо регистрировать аналитический сигнал) [25].

Методы исследования общей антиоксидантной активности различаются по виду источника окисления, самому окисляемому соединению и способу измерения окисленного соединения. По способам регистрации проявляемой антиоксидантной активности можно разделить методы на титриметрические, хроматографические, спектральные, электрохимические и ряд более специфических. Обычно используется протекающая по радикальному механизму модельная реакция (чаще всего – окисления) какого-либо определенного соединения, по влиянию на протекание которой и фиксируется антиоксидантная активность определенного соединения или смеси [24].

В различных методах определяются либо отдельные антиокислительные компоненты (витамин Е, аскорбиновая кислота и т.д.), либо общая антиоксидантная активность, что является более информативным.

1. Титриметрические методы

Для первичной оценки антиоксидантной активности растительных объектов зачастую используют методику, основанную на окислении веществ-антиоксидантов перманганатом калия в кислой среде. Недостатком данного метода является то, что он позволяет определить количественное содержание суммы всех веществ, обладающих антиоксидантными свойствами (в пересчете чаще всего на рутин, пирокатехин, кверцетин, галловую и аскорбиновую кислоты), но не различать их по группам [21].

2. Хроматографические методы

Тонкослойная хроматография. Разработана ТСХ-методика определения антиоксидантной активности некоторых групп БАВ растений. В данном варианте методики зоны определенных веществ, обладающих антиокислительными свойствами, после разделения непосредственно на пластине обрабатываются веществом, выступающим в качестве проявителя. Данный способ позволяет лишь судить о присутствии антиоксидантов различной природы и не дают данных об их количественном содержании. При этом, разделить все БАВ, которые проявляют антиоксидантную активность, в одной хроматографической системе не представляется возможным.

Газовая хроматография (ГХ). Данный метод основан на распределении компонентов анализируемой смеси между двумя несмешивающимися и движущимися относительно друг друга фазами, где в качестве подвижной фазы выступает газ, а в качестве неподвижной фазы – твердый сорбент или жидкость.

В основном, для определения антиоксидантной активности используется метод капиллярной газожидкостной хроматографии. В данном варианте хроматографии используют капиллярные колонки. Сорбент в таких колонках расположен только на внутренних стенках, а центральная часть по сечению остается незаполненной. Главные

преимущества капиллярной хроматографии заключаются в увеличении скорости массообмена хроматографируемых соединений между подвижной и неподвижной фазами и в относительно низком сопротивлении потоку подвижной фазы на единицу длины колонки. По сравнению с другими видами хроматографии капиллярная хроматография позволяет увеличить удельную и общую эффективность разделения, повысить скорость аналитического определения, уменьшить расход подвижной фазы, что позволяет применять дорогостоящие жидкости и газы.

Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ).

ВЭЖХ – один из эффективных методов разделения сложных смесей веществ. Основой разделения служит участие компонентов разделяемой смеси в сложной системе Ван-дер-Ваальсовых взаимодействий на границе раздела фаз. Принцип жидкостной хроматографии состоит в разделении компонентов смеси, основанном на различии в равновесном распределении их между двумя несмешивающимися фазами, одна из которых неподвижна, а другая подвижна (элюент). Отличительной особенностью ВЭЖХ является использование высокого давления и мелкозернистых, позволяет разделять сложные смеси веществ быстро и полно. Метод ВЭЖХ находит широкое применение в работах по изучению антиоксидантной активности.

3. Спектральные методы

Наиболее многочисленные методы и их модификации. Возможно и спектрофотометрическое определение суммарного содержания антиоксидантов без разделения их смеси, при этом результат рассчитывают с помощью хемометрических алгоритмов.

Сущность метода заключается в определении уменьшения интенсивности потока монохроматического света после его прохождения через слой окрашенного раствора определенной толщины. Учитывая законы светопоглощения, делается вывод о концентрации растворенного

вещества. Для измерения оптической плотности раствора используют фотоэлектроколориметры (ФЭК), принцип работы которых заключается в том, что световой поток, прошедший через кювету с раствором, попадает на фотоэлемент, который преобразует энергию света в электрическую энергию, измеряемую микроамперметром.

В фотометрическом методе одной из основных задач является построение калибровочного графика, основанного на результатах исследования рабочего стандартного раствора вещества, в координатах: оптическая плотность – содержание исследуемого вещества. Для этого готовят серию стандартных растворов, охватывающих диапазон измеряемых концентраций исследуемого вещества, согласно методике.

К сожалению, недостаточная изученность природных смесей антиоксидантов и трудоемкость получения многомерных градуировок препятствуют широкому применению таких методик. На практике вместо суммарного содержания антиоксидантов обычно определяют суммарную антиоксидантную активность (суммарную антиоксидантную емкость) изучаемых смесей [26].

4. Электрохимические методы.

Донорно-акцепторный характер реакции между антиоксидантами и свободными радикалами позволяет успешно применять электрохимические методы для оценки антиоксидантной активности различных объектов. Электрохимические методы характеризуются высокой чувствительностью, экспрессностью процедуры анализа, относительно невысокой стоимостью оборудования и реактивов, а следовательно, и анализа в целом. Электрохимические методы оценки антиоксидантной активности могут быть разделены на две группы. В части методов используется только электрохимическую регистрацию какого-либо соединения, изменение концентрации которого косвенно связано с протеканием процессов окисления. Другая группа методов основана на непосредственном измерении окислительно-восстановительных

потенциалов. Указывается, что эти параметры в целом коррелируют с антиоксидантной активностью и могут быть использованы для ее оценки.

2.2 Выделение антиоксидантов из растительного сырья

Фенольные вещества и флавоноиды экстрагируются спиртами и водой. Однако несмотря на то, что они легко выделяются водой, получить чистый препарат без посторонних веществ очень затруднительно. Эти затруднения обусловлены тем, что вода извлекает из растительного сырья также дубильные вещества, аминокислоты, водорастворимые углеводы. Наиболее оптимальным вариантом является выделение биологически-активных веществ этанолом.

Для экстракции фенольных веществ использовали 50 % этанол. Масса навески растительного сырья для экстракции – 2 г. Смесь выдерживали в термостате при 36 °С в течение 2 ч.

Извлечение флавоноидов из образцов проводили путем однократной экстракции этанолом (70 %) при нагревании на кипящей водяной бане в течение 45 мин. Для спектрофотометрических определений использовали извлечение с соотношением сырье – экстрагент 1 : 100.

β -каротин является предшественником витамина А, относящегося к группе жирорастворимых витаминов. Поэтому, чтобы получить чистый препарат без посторонних веществ, сырье подвергают тщательной обработке для извлечения, концентрирования и очистки каротина от сопутствующих соединений. В этих целях широко используют хроматографию, экстракцию и омыление. Экстракцию проводят гексаном, ацетоном, петролейным эфиром и их смесями. Также, если продукт, из которого экстрагируют каротин, содержит хлорофилл, в присутствии которого ускоряется фотохимический распад β -каротина, то экстракцию проводят в присутствии антиоксиданта – аскорбиновой кислоты и с омылением этановой щелочью.

Извлечение β -каротина из образцов проводили путем экстракции гексаном при предварительном отделении хлорофилла экстракцией и омылением в присутствии аскорбиновой кислоты. В последствии гексановые экстракты упаривают до сухого остатка, который растворяют в 100 мл этилового спирта.

Летом 2019 г. был осуществлен сбор трав, послуживших основой для данной дипломной работы. В качестве объектов исследования были использованы следующие образцы: Укроп обыкновенный (*Anethum graveolens*), Петрушка обыкновенная (*Petroselinum vulgare*), Базилик священный (*Ocimum sanctum*), Лавровый лист (*Laurus nobilis*), Кардамон молотый (*Elettaria cardamomum*), Мускатный орех молотый (*Myristica fragrans*), Ваниль стручковая (*Vanilla planifolia*), Корица молотая (*Cinnamomum verum*).

2.3 Количественное определение общего содержания фенольных веществ в экстракте, полученном из растительного сырья

Определение фенольных веществ основано на их способности связываться с белковыми веществами, осаждаться солями металлов, окисляться и давать цветные реакции. Колориметрический метод определения общего содержания фенольных веществ основан на окислении фенольных групп спиртового экстракта исследуемого образца реактивом Фолина-Чокальтеу в среде насыщенного карбоната натрия. В щелочной среде реактив Фолина-Чокальтеу восстанавливается при окислении фенолов до смеси синих оксидов вольфрама и молибдена $WO_2 \cdot nWO_3$ или $MoO_2 \cdot nMoO_3$. Образующаяся голубая окраска пропорциональна количеству фенольных веществ.

В пробирку помещали 0,25 мл исследуемого спиртового экстракта, в контрольную пробирку – 0,25 мл 80 %-ного этанола и затем во все пробирки добавляли по 1,25 мл разведенного реактива Фолина-Чокальтеу, а через 3 минуты по 1,0 мл карбоната натрия. Пробирки с реакционной

смесью хорошо встряхивали и оставляли на 2 часа, после чего проводили измерение оптической плотности на спектрофотометре при длине волны 765 нм. В качестве стандартного раствора использовать пробу «контроль». Измерения проводились в трёх повторностях. Реактив Фолина-Чокальтеу готовился согласно методике (приложение 1).

Концентрация фенольных соединений рассчитывали по калибровочной кривой (приложение 2), исходя из оптической плотности реакционных смесей, и выражали в мг ГК/л.

Полученные данные общего содержания фенольных веществ в экстракте приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Общее содержания фенольных веществ в экстракте

Объект	Общее содержание ФВ, мг ГК/ 100 г СВ
Укроп обыкновенный (<i>Anethum graveolens</i>)	391±9
Петрушка обыкновенная (<i>Petroselinum vulgare</i>)	233±5
Базилик священный (<i>Ocimum sanctum</i>)	241±5
Лавровый лист (<i>Laurus nobilis</i>)	1012±23
Кардамон молотый (<i>Elettaria cardamomum</i>)	415±10
Мускатный орех молотый (<i>Myristica fragrans</i>)	1037±24
Ваниль стручковая (<i>Vanilla planifolia</i>)	935±21
Корица молотая (<i>Cinnamomum verum</i>)	1050±25

Анализ данных показывает, что наибольшим содержанием фенольных веществ среди изученных объектов отличается корица молотая, мускатный орех, лавровый лист и ваниль стручковая. Это означает, что данные группы растений будут включать большой запас антиоксидантов, способных проявлять высокую ингибирующую способность в реакциях перекисного окисления липидов, ускорять энергетический метаболизм через повышение активности АМФ-киназ, а также формировать стабильные комплексы с ионами металлов переменной валентности и тем самым тормозить окислительные процессы на стадии разветвления цепей.

2.4 Количественное определение общего содержания флавоноидов в экстракте, полученном из растительного сырья

В основу количественного определения флавоноидов в сырье положен метод дифференциальной спектрофотометрии, основанный на способности флавоноидов образовывать окрашенные хелатные комплексы со спиртовым раствором (95 %) алюминия хлорида.

2 мл испытуемого раствора помещали в мерную колбу вместимостью 25 см³, прибавляли 2 см³ алюминия хлорида раствора 3 % в спирте 95 % и через 10 мин 2 капли разведенной кислоты уксусной. Объем раствора доводили спиртом этиловым 95 % до метки и оставляли на 30 мин. В качестве раствора сравнения использовали раствор, приготовленный при тех же условиях, но без хлорида алюминия. Измерения проводились в трёх повторностях. Раствор ГСО рутина готовился согласно методике (приложение 3).

Содержание флавоноидов определяли спектрофотометрическим методом на приборе КФК-3. Спектр поглощения снимали при длине волны 408±4 нм в кювете с толщиной слоя жидкости 10 мм.

Содержание суммы флавоноидов рассчитывали по стандартному образцу рутина.

Полученные данные общего содержания флавоноидов в экстракте приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общее содержания флавоноидов в экстракте

Объект	Общее содержание Фл, мг/ 100 г
<i>1</i>	<i>2</i>
Укроп обыкновенный (<i>Anethum graveolens</i>)	92±2
Петрушка обыкновенная (<i>Petroselinum vulgare</i>)	51±1
Базилик священный (<i>Ocimum sanctum</i>)	170±4
Лавровый лист (<i>Laurus nobilis</i>)	136±3
Кардамон молотый (<i>Elettaria cardamomum</i>)	28±1

Продолжение таблицы 2

<i>1</i>	<i>2</i>
Мускатный орех молотый (<i>Myristica fragrans</i>)	132±3
Ваниль стручковая (<i>Vanilla planifolia</i>)	379±8
Корица молотая (<i>Cinnamomum verum</i>)	75±2

Основываясь на результатах опыта, можно заключить, что самым высоким содержанием флавоноидов среди образцов отличается ваниль стручковая, базилик священный, лавровый лист и мускатный орех. Таким образом, можно заключить, что данные группы растений будут содержать высокий уровень антиоксидантов, способных ингибировать процессы перекисного окисления липидов за счет хелатирования ионов металлов переменной валентности, стабилизировать мембрану клеток, выступая в качестве структурных элементов, а также проявлять противовоспалительное действие через снижение продукции NO-радикалов индуцибельной NO-синтазой фагоцитирующих клеток.

2.5 Количественное определение общего содержания β -каротина в экстракте, полученном из растительного сырья

Определению предшествует длительная очистка β -каротина от сопутствующих соединений, содержащихся в экстракте. Точную навеску анализируемого вещества (0,05-0,20 г) помещают в колбу вместимостью 100 см³, добавляют 15 см³ воды и нагревают на водяной бане при температуре 60-70 °С при перемешивании в течение 5 мин. Затем прибавляют 30 см³ этилового спирта, 0,1 г аскорбиновой кислоты, 3 см³ 50 % -ного раствора гидроксида калия и нагревают в течение 30 минут на водяной бане с обратным холодильником при температуре кипения смеси. Содержимое колбы охлаждают до комнатной температуры, количественно переносят в делительную воронку и экстрагируют неомыляемые вещества 150 см³ гексана. Объединенные гексановые экстракты количественно переносят в колбу объемом 200 см³ и доводят объем раствора до метки тем

же растворителем. Аликвоту 2 см³ полученного раствора переносят в мерную пробирку на 10 см³, и упаривают в токе азота, сухой остаток растворяют в этиловом спирте и фотометрируют при длине волны 453 нм в кювете с толщиной 1 см.

Содержание β-каротина в исследуемых образцах рассчитывали по формуле (приложение 4). Полученные данные общего содержания β-каротина в образцах приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Общее содержание β-каротина в экстрактах

Объект	Общее содержание β-каротина, мкг/л
Укроп обыкновенный (<i>Anethum graveolens</i>)	7,5±1
Петрушка обыкновенная (<i>Petroselinum vulgare</i>)	3,2±1
Базилик священный (<i>Ocimum sanctum</i>)	13,2±2
Лавровый лист (<i>Laurus nobilis</i>)	55±2
Кардамон молотый (<i>Elettaria cardamomum</i>)	18,7±3
Мускатный орех молотый (<i>Myristica fragrans</i>)	51,2±3
Ваниль стручковая (<i>Vanilla planifolia</i>)	24,3±2
Корица молотая (<i>Cinnamomum verum</i>)	50,7±3

Результаты опыта указывают на то, что наиболее богаты β-каротинами лавровый лист, мускатный орех и корица молотая. Из вышесказанного можно сделать вывод, что данные группы растений будут содержать высокий уровень β-каротина, способного оказывать широкое иммуностимулирующее действие за счет увеличения пролиферативной способности Т-лимфоцитов, усиления активности НК-клеток, продуцирующих интерферон и многого другого. Также, за счет того, что β-каротин является предшественником витамина А, данные травы будут способствовать пополнению уровня данного витамина в организме.

Выводы по второй главе

При изучении химического состава и антиоксидантных свойств образцов были получены данные, представленные в таблице.

Таблица 4 – Содержание фенольных веществ пряных трав и пряностей

Объект	ФВ, мг/100 г	Фл, мг/100 г	β-каротин, мкг/л
Сушеная зелень			
Укроп обыкновенный (<i>Anethum graveolens</i>)	391±9	92±2	7,5±1
Петрушка обыкновенная (<i>Petroselinum vulgare</i>)	233±5	51±1	3,2±1
Базилик священный (<i>Ocimum sanctum</i>)	241±5	170±4	13,2±2
Лавровый лист (<i>Laurus nobilis</i>)	1012±23	136±3	55±2
Плоды			
Кардамон молотый (<i>Elettaria cardamomum</i>)	415±10	136±3	18,7±3
Мускатный орех молотый (<i>Myristica fragrans</i>)	1037±24	28±1	51,2±3
Ваниль стручковая (<i>Vanilla planifolia</i>)	935±21	132±3	24,3±2
Кора			
Корица молотая (<i>Cinnamomum verum</i>)	1050±25	75±2	50,7±3

Анализ данных показывает, что наибольшим содержанием фенольных веществ среди изученных объектов отличается корица молотая, мускатный орех, лавровый лист и ваниль стручковая. Это означает, что данные группы растений будут включать большой запас фенольных веществ, способных проявлять высокую ингибирующую способность в реакциях перекисного окисления липидов, ускорять энергетический метаболизм и формировать стабильные комплексы с ионами металлов переменной валентности, тормозя окислительные процессы.

Самым высоким содержанием флавоноидов среди образцов отличается ваниль стручковая, базилик священный, лавровый лист и мускатный орех. Таким образом, можно заключить, что данные группы растений будут содержать высокий уровень антиоксидантов, способных

ингибировать процессы перекисного окисления липидов, стабилизировать мембрану клеток, выступая в качестве структурных элементов, а также проявлять противовоспалительное действие через снижение продукции NO-радикалов.

Наиболее богаты β -каротинами лавровый лист, мускатный орех и корица молотая. Из вышесказанного можно сделать вывод, что данные группы растений будут содержать высокий уровень β -каротина, способного оказывать иммуностимулирующее действие широкого спектра и пополнять уровень витамина А в организме.

Таким образом, исследования антиоксидантной активности в модельных экспериментах пряных трав и сушеных пряностей показали, что данные группы объектов содержат фенольные вещества, флавоноиды и β -каротины, придающие данным продуктам высокие противорадикальные, противоокислительные и восстанавливающие свойства. Это может свидетельствовать о благоприятной роли в питании человека пряных трав и пряностей.

Однако при практическом применении пряностей их антиоксидантное действие может быть как усилено за счет синергизма с другими антиоксидантами и ферментными комплексами, так и ослаблено, причем возможно проявление прооксидантного эффекта.

ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ

3.1 Проектная деятельность школьников в условиях реализации ФГОС

Проектно-исследовательская деятельность в условиях реализации федерального государственного образовательного стандарта (ФГОС) представляет собой деятельность обучающегося по планированию собственного исследования. В рамках проектно-исследовательской деятельности обучающийся учится выделять цели и задачи, выделять основы отбора методик, составлять план хода исследования, прогнозировать итоги, анализировать реализуемость исследования, устанавливать необходимые ресурсы.

ФГОС ставит перед проектно-исследовательской деятельностью развитие личности в системе образования через формирование универсальных учебных действий (УУД), так как при работе над проектами формируются УУД всех видов: личностные, регулятивные, познавательные, коммуникативные.

Регулятивные УУД направлены на развитие действий целеполагания, в том числе умение устанавливать новые учебные цели и задачи, составлять план их реализации, проводить подбор результативных путей и средств достижения целей, осуществлять контроль и производить оценку собственных действий, вносить надлежащие коррективы в их осуществление.

Коммуникативные УУД нацелены на формирование и составление плана совместной работы с педагогом, практическому усвоению морально-этических и психологических основ общения и сотрудничества.

Познавательные УУД направлены на практическое усвоение школьником основных принципов проектно-исследовательской

деятельности, формирование тактик смыслового чтения и работы с данными, практическое усвоение способов познания, применяемых во всевозможных сферах знания и областях культуры.

Из всего вышесказанного следует вывод, что проектно-исследовательская деятельность подразумевает высокий уровень самостоятельности, предприимчивости обучающихся, создает условия для развития социальных навыков учеников в процессе групповых взаимодействий, что делает ее одной из ведущих технологий в современной школе.

Задачами проектно-исследовательской деятельности в школе является:

- освоение планирования (школьник обязан обладать способностью четко устанавливать цели, излагать ключевые операции по достижению установленной цели, сосредоточиваться на достижении цели в течение всей своей работы);

- развитие умений сбора и обработки данных, а также использованных материалов (школьник обязан обладать способностью подобрать подходящие данные и грамотно их применять);

- развитие навыка анализа (креативность и критическое мышление);

- развитие навыка составления и оформления письменного отчета (школьник обязан обладать способностью составлять план работы, представлять четко подобранную информацию, оформлять сноски, уметь оформлять библиографические источники);

- развитие положительного отношения к работе (школьник обязан выражать инициативу, интерес, стремиться реализовать проект в установленный планом и графиком работы срок) [3].

К значимым позитивным условиям проектной работы причисляются: увеличение мотивировки школьников при решении проблемных вопросов; формирование креативных способностей; развитие чувства

ответственности; формирование коммуникативных умений при совместной работе педагога и ученика.

Таким образом, воспитательный упор в сопровождении проекта обязан являться ориентированным на формирование многосторонне развитой личности, а также на фиксирование универсальных учебных действий обучающимся, но никак не, как ошибочно полагают, на открытие новых научных фактов и подтверждение гипотез. Проектно-исследовательскую деятельность можно расценивать равно как метод достижения дидактической цели посредством анализа и проработки проблемной задачи, которая обязана закончиться конкретным практическим итогом, подвергнутым обработке и оформлению.

3.2 Поэтапное сопровождение педагогом исследовательского проекта

Учителем, что сопровождает исследовательский проект ребенка, должен производиться контроль и корректировка в нескольких направленностях:

- 1) методы исполнения школьником заданий (их рациональность, соответствие нормам, скорость их исполнения);
- 2) проблемы, выявляющиеся в ходе деятельности, их предпосылки;
- 3) самостоятельность школьника (при изучении проблемного вопроса, подборе метода его решения);
- 4) самоконтроль школьника (его целенаправленность, способы работы, результативность).

С точки зрения коррекции, сопровождение деятельности школьника педагогом можно разбить на следующие элементы: диагностирование трудностей у ученика; коллективное формулирование коррекционных целей [1]. Подразумевается оперативное обнаружение, а также решение проблем, появляющихся у ученика по ходу выполнения проекта, определение вероятных факторов их возникновения, установление концепции по их предотвращению и, в том числе, выполнение данных мер.

В период прохождения производственной педагогической практики на базе МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска» было осуществлено индивидуальное сопровождение проектной деятельности учащегося 10 класса – «Антиоксиданты в пряных растениях», поэтапный процесс которого представлен в приложении 5.

Школьник, выполнявший исследовательский проект, обучается в профильном химико-биологическом классе (учебник биологии с углубленным изучением под редакцией Шумного В.К., Дымшица Г.М. и учебник химии с углубленным изучением Габриелян О.С.).

С целью сориентировать школьника в выборе темы исследовательского проекта, была осуществлена беседа, в процессе которой было установлено, что обучающегося волнуют вопросы противостояния организма человека негативным факторам внешней среды. Такого рода предпочтение определено заинтересованностью ученика, что появилась в течение освоения материала на уроках биологии, химии и ОБЖ, но и, кроме того, острота этого вопроса в обыденной жизни.

В целях определения окончательной темы работы была осуществлена подборка задач в рамках избранной тематики. Целью таких задач являлось вызвать интерес школьника, а также подтолкнуть его к подбору проблемной, по его мнению, темы.

Примеры задач:

Задача 1. Кверцетин – природный антиоксиданта группы флавоноидов. Он обладает сильными антиокислительными и противовоспалительными свойствами. Усвояемость кверцетина мала, но ее можно повысить пектином, содержащимся в плодах яблок. Кверцетин следует принимать в дозировке 2 мг на 1 кг веса 1 раз в неделю. Содержание кверцетина в яблоках 104 мг/1 кг. Какое количество яблок нужно съесть, чтобы покрыть суточную дозу кверцетина?

Эталон ответа.

Допустим, масса тела 60 кг. Тогда, недельная доза кверцетина равна:

m (кверцетина в неделю) = 2 мг · 60 кг = 120 мг (на 60 кг веса).

104 мг кверцетина соответствует 1 кг яблок.

120 мг кверцетина соответствует X кг яблок.

Тогда:

$$X = \frac{120 \text{ мг кверцетина} \cdot 1 \text{ кг яблок}}{104 \text{ мг кверцетина}} = 1,1 \text{ кг яблок.}$$

Ответ: чтобы покрыть недельную дозу кверцетина, нужно съесть 1,1 кг яблок.

Задача 2. Перечислите основные принципы построения рационов питания взрослого и детского населения, проживающего в городе в условиях загрязнения атмосферного воздуха.

Эталон ответа.

Увеличение потребляемых белков до 10%, ограничение поступления жира до 30% калорийности рациона, повышение в рационе на 20-50 % по сравнению с рекомендуемыми возрастными нормами содержания витаминов-антиоксидантов: E, C, A.

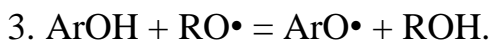
Задача 3. Для чего нужны антиоксиданты? Объясните, почему ионол может проявлять антиоксидантные свойства. Напишите уравнения реакции взаимодействия ионола со свободным радикалом на примере $RO\cdot$.

Эталон ответа.

1. Антиоксиданты – ингибиторы окислительных процессов, протекающих под действием свободных радикалов. Свободные радикалы способны вызывать повреждение структур клетки, что нарушает метаболизм клетки и всего организма в целом. Антиоксиданты защищают организм от повреждающего действия свободных радикалов.

2. Ионол относится к антиоксидантам фенольной природы. По механизму действия фенолы являются донорами протона. Протон от ионола переходит к молекуле активного радикала, превращая его в устойчивую молекулу. Сам же радикал, образовавшийся из молекулы

инола, имеет малую активность и, как правило, димеризуется с образованием устойчивой молекулы.



Прорешав задачи и проведя дальнейшую беседу, область выбора темы сузилась до вопросов об антиоксидантной системе человека. У ученика появился вопрос: «Какие продукты питания в большей степени содержат антиоксидантные вещества?». Исследовав научную и учебную литературу, учеником была выбрана тема исследовательской работы «Антиоксиданты в пряных растениях».

Для реализации исследовательского проекта была составлена дорожная карта, согласно которой работа над проектом делится на пять этапов.

Первый этап – организационный. На данном этапе обучающийся осуществляет выбор направления и темы исследовательского проекта, выдвигает цели, задачи, гипотезу, предполагает результат, к которому должен прийти в ходе работы. Наставник оказывает помощь в течение всего этапа, проводит ознакомление со структурой проекта, осуществляет мотивацию обучающегося. По окончании этапа формируются различного вида УУД: познавательные (умение осуществлять актуализацию изученной информации), регулятивные (выдвигать версии решения проблемы, формулировать гипотезы), коммуникативные (уметь формулировать собственное мнение и позицию).

Вторым этапом реализации проекта является планирование. На этом этапе обучающийся работает с источниками информации, чтобы разработать пути решения поставленных задач, делит работу на промежуточные этапы: количественное определение содержания фенольных веществ в пряных растениях, количественное определение содержания флавоноидов в пряных растениях. Со стороны наставника осуществляется предоставление списка источников, рекомендуемых к использованию в работе (приложение б), корректировка работы

обучающегося, консультация по теоретическим вопросам и составлению методик эксперимента (проверка доступности и достоверности, выбранных учеником методов), утверждение методик эксперимента, подготовка реактивов и оборудования для выполнения работы. На этапе формируются следующие УУД: познавательные (находить ответы на вопросы, используя учебник, свой жизненный опыт и информацию, полученную на уроке), регулятивные (планировать свое действие в соответствии с поставленной задачей и условиями ее реализации), коммуникативные (уметь оформлять свои мысли в устной форме).

В третьем этапе – выполнении проекта – обучающийся осуществляет проведение лабораторного эксперимента и обработку полученных результатов. Наставник оказывает помощь в обработке информации и осуществляет строгий контроль выполнения лабораторного эксперимента (соблюдение техники безопасности при работе с реактивами и лабораторной посудой). На данном этапе развиваются УУД: познавательные (умение устанавливать причинно-следственные связи), регулятивные (оценивать продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности), коммуникативные (умение строить позитивные отношения в процессе учебной, познавательной деятельности).

Следующим этапом реализации проекта является отчет по проекту. Обучающийся оформляет отчет по полученным результатам, формулирует выводы, проводит подготовку презентационных результатов, осуществляет выступление и защиту проекта. Выступление производится как в школьных стенах, так и на городских конкурсах исследовательских проектов. Наставник на данном этапе предлагает школьнику возможную структуру и форму отчета, консультирует обучающегося на счет выступления. Развиваются следующие УУД: познавательные (умение осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков), регулятивные (умение

обосновывать целевые ориентиры и приоритеты ссылками на ценности, указывая и обосновывая логическую последовательность шагов), коммуникативные (уметь корректно и аргументировано отстаивать свою точку зрения, в дискуссии уметь выдвигать свои контраргументы, перефразировать свою мысль (владение механизмом эквивалентных замен)).

Заключительный этап – этап оценки результатов. Обучающийся проводит самооценку работы, в которую входит анализ результатов выполнения проекта, эффективность методов и этапов, оценка качества выполнения проекта. Наставник осуществляет оценку усилий школьника в проделанной работе, качества использования источников, постановки эксперимента, качества отчета. На заключительном этапе у школьника формируются следующие виды УУД: личностные (способность к самооценке на основе критерия успешности учебной деятельности), регулятивные (ретроспективно определять, какие действия по решению учебной задачи привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности), коммуникативные (делать оценочный вывод о достижении цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и обосновывать его).

Главными целями конкурсов, на которые школьник отослал собственный проект, считается: активизирование заинтересованности к научно-исследовательской работе, объединение основного и дополнительного образования в рамках осуществления ФГОС, развитие исследовательских компетенций. Педагог-наставник, сопровождающий исследовательскую работу, обозначается как посредник и наставник в течение того периода, пока школьник участвует в конкурсах, но и, кроме того, напрямую осуществляет названные выше задачи научных конкурсов. Ученический проект был представлен на региональном конкурсе научно-исследовательских проектов, где занял 1 место, документы, подтверждающие это представлены в приложении 7.

По результатам проделанной работы был заполнен оценочный лист наставника (приложение 8), где развернутый анализ проведенной работы предоставил возможность установить степень успешной реализации общих этапов исследовательской работы, которые представлены на рисунке 1.

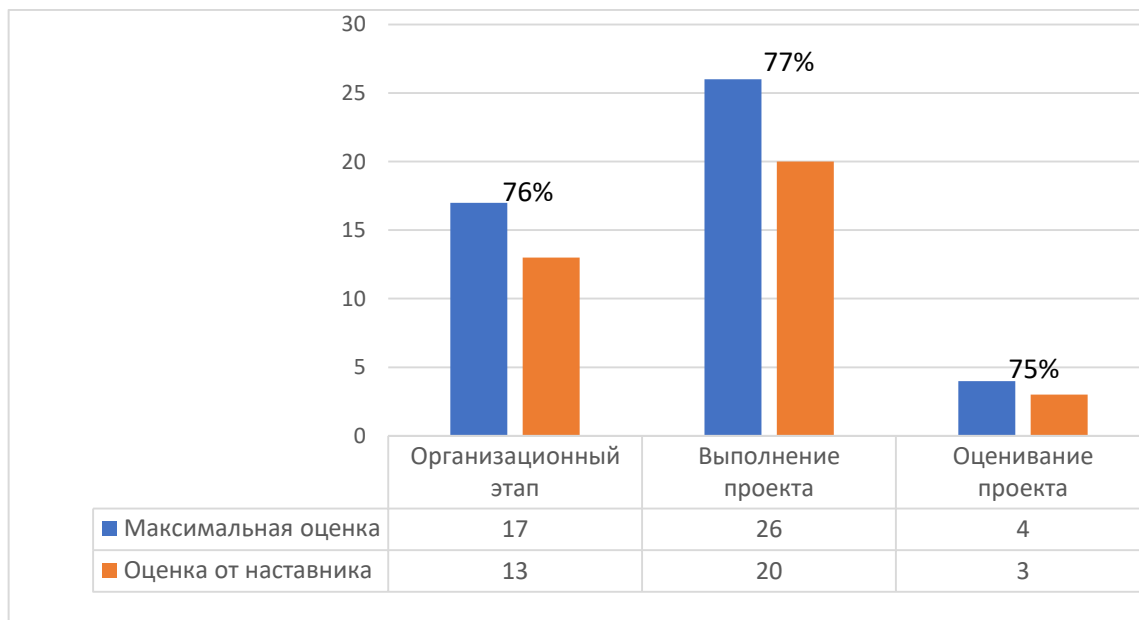


Рисунок 1 – Оценка наставником этапов реализации проекта

Анализируя данные, можно сделать следующие выводы:

1. Лучше всего ученик справился с этапом выполнения проекта (77 %). Хорошо развиты умения поиска и оценки проблемы, определения цели работы, аргументирование и реализация выбора более результативных методов решения проблемного вопроса.
2. Высокие показатели имеет стадия организации проекта (76 %). Ученик хорошо проявляет способность к оценке данных, выстраивает план своей работы, действует согласно намеченным планам.
3. Довольно высокие показатели имеет этап оценивания проделанной работы (75 %). Достаточно сформированы навыки самостоятельно определять недостатки и преимущества проделанной им работы.

Проектно-исследовательская деятельность в рамках ФГОС ориентирована на развитие у обучающихся метапредметных УУД, которые

формируют базу способности обучаться. По ходу написания научно-исследовательского проекта были сформированы познавательные УУД (82 %), регулятивные УУД (69 %), коммуникативные (80 %).

Выделяют следующие уровни овладения УУД:

- 1) 90-100 % – оптимальный уровень;
- 2) 65-89 % – достаточный уровень;
- 3) 50-64 % – критический уровень;
- 4) менее 50 % – недопустимый уровень.

При написании научно-исследовательского проекта, школьник овладел всеми УУД на достаточном уровне.

Выводы по третьей главе

Проектно-исследовательская деятельность в условиях реализации ФГОС представляет собой деятельность обучающегося по планированию собственного исследования. В рамках проектно-исследовательской деятельности обучающийся учится выделять цели и задачи, выделять основы отбора методик, составлять план хода исследования, прогнозировать итоги, анализировать реализуемость исследования, устанавливать необходимые ресурсы.

Проектно-исследовательская деятельность в рамках ФГОС ставит перед развитие личности в системе образования через формирование универсальных учебных действий, так как при работе над проектами формируются УУД всех видов: личностные, регулятивные, познавательные, коммуникативные.

Методы, задействованные в представленной модели индивидуального сопровождения проектной деятельности обучающегося, позволили сформировать различного рода универсальные учебные действия: познавательные УУД составляют 82 % сформированности, регулятивные УУД – 69 %, коммуникативные – 100 %, которые обеспечивают всестороннее развитие личности и конкурентоспособность

обучающегося. Анализ и оценка наставником проделанной работы указывает на успешное прохождение школьником всех этапов проекта.

Тематика исследования позволила обучающемуся углубиться в данную конкретную тему, осознать её и сопоставить с материалом, изучаемым на уроках химии и биологии, сформировать метапредметные связи и расширить кругозор. Во время работы обучающегося над проектом, были проработаны организационный этап, этап выполнения и этап оценивания проекта, большая часть работы была направлена, собственно, на развитие умения формулирования целей и задач проекта, умения структурирования текста и выделения главного, развитие лабораторных навыков школьника.

Особенно значимым компонентом в проектной работе представляется уверенность обучающегося в том, что он смог сам реализовать и раскрыть проблемный вопрос. Знания, приобретенные в процессе выполнения проектно-исследовательской работы, принимаются учеником в виде результата собственных исследований, что позволяет им усваиваться в более качественной форме.

В ходе работы над исследовательским проектом существенно возрастает интерес обучающегося в образовательном процессе, ребенок начинает больше самостоятельно углубляться в материал, искать актуальную на данный момент информацию и интересные факты. В следствии всего вышеперечисленного происходит повышение качества образования в целом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В современных условиях жизни в организме человека накапливаются токсические соединения (свободные радикалы), которые в больших количествах могут отрицательно влиять на состояние здоровья человека. Наиболее актуальным решением данной проблемы является применение антиоксидантов, предоставляющие безвредным методом значительно приостановить процессы окисления в организме, и, кроме того, замедлить инициирование свободных радикалов, что позволяет лучшим образом повышать уровень антиоксидантной защиты организма.

Методическую часть работы представлена поэтапным индивидуальным сопровождением проектной деятельности обучающегося 10 класса МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска» – «Антиоксиданты в пряных растениях». Проведение беседы, выделение ряда проблемных вопросов и решение ситуационных задач позволило обучающемуся выделить актуальную на его взгляд проблему и сформулировать тему проекта, а также наметить план выполнения проекта. Методы, задействованные в представленной модели индивидуального сопровождения проектной деятельности учащегося, предоставили возможность ученику отметить важную в его понимании тему и сконструировать план решения проблемного вопроса. Анализ и оценка наставником проделанной работы указывает на успешное прохождение школьником всех этапов проекта.

На основе проделанной работы, можно подвести итоги и сформулировать выводы.

1. На основании литературных источников было установлено, что антиоксиданты могут действовать как доноры протона, как хелаторы металлов и как ингибиторы многих окислительных ферментов. Антиоксиданты играют в организме крайне значимую роль для предотвращения дефектов, вызываемых агрессивными для организма эндо- и экзогенными факторами.

2. Анализ поведенных исследований указывает на то, что данные пряные травы включают группы антиоксидантов, придающие данным продуктам высокие противорадикальные, противоокислительные и восстанавливающие свойства, что свидетельствует о положительной роли пряных трав в питании человека.

3. Разработано индивидуальное сопровождение проектной деятельности учащегося 10 класса. Анализ и оценка наставником проделанной работы указывает на успешное прохождение школьником всех этапов проекта, а также сформированность познавательных УУД – 82 %, регулятивных УУД – 69 %, коммуникативных УУД – 80 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Асмолов, А.Г. Формирование универсальных учебных действий в основной школе: от действия к мысли. Система заданий: пособие для учителя [Текст] / А.Г. Асмолов, Г.В. Бурменская, И.А. Володарская; под ред. А. Г. Асмолова. – 2-е изд. – Москва : Просвещение, 2011. – 159 с.

2. Болотова, Н.В. Применение антиоксидантов у детей с диффузным эндемическим зобом [Текст] / Н.В. Болотова, Н.Ю. Филина, В.К. Поляков // Вопросы питания. – 2003. – № 3. – С. 12–15.

3. Брославская, Т.Л. Организация учебно-исследовательской и проектной деятельности обучающихся в условиях реализации ФГОС ООО [Текст] / Татьяна Брославская // Молодой ученый. – 2015. – № 2.1. – С. 5–6.

4. Васильева, О.В. Совместное действие флавоноидов, аскорбата и альфа-токоферола на Fe²⁺-индуцированное окисление фосфолипидных липосом [Текст] / О.В. Васильева, Ю.А. Владимиров, Г.И. Клебанов, О.Б. Любицкий // Биологические мембраны. – 2000. – 17(1). – С. 177–183.

5. Владимиров, Ю.А. Свободные радикалы и антиоксиданты [Текст] / Юрий Владимиров // Вестник РАМН. – 1998. – № 7. – С. 43–51.

6. Вышемирский, Ф.А. Производство сливочного масла: Справочник [Текст] // Федор Вышемирский. – Москва : Агропромиздат, 1998. – 127 с.

7. Вышемирский, Ф.А. Пути повышения стойкости сливочного масла при хранении [Текст] / Ф.А. Вышемирский, Е.Ю. Гордеева, О.И. Смирнова и др. – Санкт-Петербург: СПбГАХПТ, 2001. – С. 31–32.

8. Гамалей, И.А. Перекись водорода как сигнальная молекула [Текст] / И. А. Гамалей, И. В. Клюбин // Цитология. – 2006. – 38(12). – С. 1233–1247.

9. Гудков, С.В. Биоантиоксиданты [Текст] / С.В. Гудков, В.И. Брусков, А.В. Куликов, А.Г. Бобылёв, Д.А. Куликов, А.В. Молочков // Альманах клинической медицины. – 2014. – № 31. – С. 61–69.

10. Демидов, И.Н. Зависимость антиоксидантных свойств растительных экстрактов от концентрации фенольных соединений [Текст] / И.Н. Демидов, Л.А. Данилова, Ф.Э. Ицков, Л.А. Чернова // Пищевая технология. – 1993. – № 5-6. – С. 54–57.
11. Демидов, И.Н. Испытание растительных антиоксидантов при производстве маргарина в промышленных условиях [Текст] / И.Н. Демидов, В.Ф. Гладкая, В.М. Слюнина, И.С. Павленко и др. // Масло-жировая промышленность. – 1992. – № 3. – С. 18–20.
12. Дудкин, И.С. Новые продукты питания [Текст] / И.С. Дудкин, Щелкунов Л.Ф. – Москва : Наука, 2001. – 303 с.
13. Дудник, Л.Б. Исследование ингибирующей активности билирубина в реакциях свободнорадикального окисления [Текст] / Л.Б. Дудник, Н.Г. Храпова // Биологические мембраны. – 1998. – № 3. – С. 83–89.
14. Евстигнеева, Р. П. Витамин Е как универсальный антиоксидант и стабилизатор биологических мембран [Текст] / Р. П. Евстигнеева, И. М. Волков, В. В. Чудинова // Биологические мембраны. – 1998. – № 2. – С. 119–136.
15. Запрометов, М.Н. Основы биохимии фенольных соединений [Текст]: учебное пособие для биологических специальностей университетов / Михаил Запрометов. – Москва : Высшая школа, 1994. – 211 с.
16. Зенков, Н.К. Антиоксиданты и ингибиторы радикальных окислительных процессов [Текст] / Н. К. Зенков, Е. Б. Меньшикова // Успехи современной биологии. – 1993. – № 113(3). – С. 286–296.
17. Клебанов, Г.И. Антиоксидантная активность сыворотки крови [Текст] / Г.И. Клебанов, Ю.О. Теселкин, И.В. Бабенкова и др. // Вестник РАМН. – 1999. – № 2. – С. 15–22.
18. Левицкий, Е.Л. Антиоксиданты и питание [Текст] / Евгений Левицкий // Медицинский Вестник. – 1998. – № 2. – С. 16–17.

19. Максименко, А.В. Модифицированные препараты супероксиддисмутазы и каталазы для защиты сердечно-сосудистой системы и легких [Текст] / Анатолий Максименко // Успехи современной биологии. – 1993. – № 113(3). – С. 351–363.
20. Меньщикова, Е.Б. Окислительный стресс при воспалении [Текст] / Е. Б. Меньщикова, Н. Л. Зенков // Успехи современной биологии. – 1997. – № 117(2). – С. 155–171.
21. Пахомов, В.П. Исследование антиоксидантных свойств экстрактов лекарственных растений [Текст] / Виктор Пахомов // Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – 2007. – № 3. – С. 26–31.
22. Рогинский, В.А. Фенольные антиоксиданты. Реакционная способность и эффективность [Текст] / Валерий Рогинский. – Москва : Наука, 2013. – 247 с.
23. Росивал, Л. Посторонние вещества и пищевые добавки в продуктах [Текст] / Л. Росивал, Р. Энгст, А. Соколай.; пер. с нем. Д.Б. Меламеда. – Москва : Легкая и пищевая промышленность, – 1982. – 246 с.
24. Хасанов, В.В. Методы исследования антиоксидантов [Текст] / В.В. Хасанов, Г.Л. Рыжова, Е.В. Мальцева // Химия растительного сырья. – 2004. – № 3. – С. 63–75.
25. Шарафутдинова, Е.Н. Качество пищевых продуктов и антиоксидантная активность [Текст] / Е.Н. Шарафутдинова, А.В. Иванова, А.И. Матерн, Х.З. Брайнина // Аналитика и контроль. – 2011. – № 15(3). – С. 281–286.
26. Цюпко, Т.Г. Определение суммарного содержания антиоксидантов методом FRAP [Текст] / Т.Г. Цюпко, И.С. Петракова, Н.С. Бриленок // Аналитика и контроль. – 2011. – № 15(3). – С. 287–298.
27. Эмануэль, Н.М. Механизм действия антиоксидантов. Современные представления [Текст] / Н.М. Эмануэль, И.В. Березин // Нефтехимия. – 1982. – № 4. – С. 435–447.

28. Ясницкий, Б.Г. Антиоксиданты в фармацевтической и пищевой промышленности [Текст] / Б.Г. Ясницкий, И.Е. Коробейникова // Лекарственные средства: экономика, технология и перспективы получения. – 1990. – № 8. – С. 19–26.
29. Яшин, Я.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека [Текст] / Я.И. Яшин, В.Ю. Рыжнев, А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова. – Москва : ТрансПит, 2009. – 200 с.
30. Bohm, H. Flavonole, Flavone und Anthocyane als natuerliche Antioxidantien der Nahrung und ihre mugliche Rolle bei der Pravention chronischer Erkankungen [Текст] / H. Bohm, H. Boeing, J. Hempel, B. Raab, F.L. Kroke // Z. Ernahrungswiss. – 2011. – № 37. – P. 147–163.
31. Griffiths, B. Food flavour. Inqred. Process and Packaq [Текст] / B. Griffiths, B. McDonald // The natural answer. – 2005. – № 5. – P. 7–15.
32. Kawabata, T. Iron coordination by catechol derivative antioxidants [Текст] / T. Kawabata, V. Schepkin, N. Haramaki // Biochemical Pharmacology. – 2016. – № 51(11). – P. 1569–1577.
33. Sano, M. Determination of peroxy radical scavenging activity of flavonoids and plant extracts using an automatic potentiometric titrator [Текст] / M. Sano, R. Yoshida, M. Degawa // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2003. – № 51. – P. 10–25.
34. Wede, Z. Inhibition of xanthine oxidase by pterins [Текст] / Z. Wede, Z. Altindag, B. Widner // Free Radical Research. – 2008. – № 29(4). – P. 331–338.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Методика определения общего содержания фенольных веществ

Приготовление реактива Фолина-Чокальтеу:

100 г вольфрамовокислого натрия ($\text{Na}_2\text{WO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$), 25 г молибденово-кислого натрия ($\text{Na}_2\text{MoO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) и 700 мл дистиллированной воды поместить в круглодонную колбу.

Добавить 50 мл концентрированной ортофосфорной кислоты (85 %) и 100 мл концентрированной соляной кислоты (38 %), кипятить с обратным холодильником в течение 10 часов. Последовательно добавить 150 г сульфата лития (Li_2SO_4), 50 мл воды, несколько капель жидкого брома (Br_2) и продолжать кипятить ещё 15 минут для удаления излишков брома. Охладить, довести объём до 1 л и профильтровать.

Полученный реактив должен иметь соломенно-жёлтый цвет без оттенка зелёного. Наличие зелёного оттенка означает присутствие в нём продуктов реакции восстановления голубого цвета.

Реактив должен храниться хорошо защищённым от пыли, в тёмной склянке.

Ход работы:

1. Подготовить растительные экстракты для определения суммы фенольных соединений.

2. Развести реактив Фолина-Чокальтеу, в соотношении 1 часть реактива и 9 частей дистиллированной воды. Хранить в бутылке из темного стекла.

3. Приготовить раствор 80%-ного этанола. Количество 96 %-ного этанола для получения необходимого объема 80 % этанола рассчитывается по формуле (1.1):

$$V_{96\%} = \frac{V_{80\%} \times 80}{96}, \quad (1.1)$$

где $V_{96\%}$ – объем этанола, необходимый для получения нужного объема 80% этанола,

$V_{80\%}$ – необходимый объем этанола.

4. Приготовить водный раствор Na_2CO_3 (7,5 %).

5. Построить калибровочную кривую для определения концентрации фенольных соединений в экстракте для чего:

5.1. Приготовить сток-раствор галловой кислоты (5 мг галловой кислоты растворить в 10 мл 80 %-ного этанола).

5.2. В соответствии с таблицей в пробирки внести определенные объемы сток-раствора галловой кислоты и добавить 80 % раствор этанола в объемах, необходимых для получения нужной концентрации. В первой пробирке – контроль на реактивы (см. таблицу 1.1).

5.3. В каждую из пробирок внести 1,25 мл разведенного реактива Фолина-Чокальтеу. Через 3 минуты (точно) добавить 1 мл 7,5 % раствора карбоната натрия.

После добавления раствора карбоната натрия реакционная смесь приобретает синюю окраску, интенсивность которой пропорциональна концентрации галловой кислоты в растворе. Построение калибровочной кривой выполняется как минимум в трёх повторностях. Пробирки с реакционной смесью хорошо встряхнуть и оставить на 2 часа.

5.4. По истечению времени провести измерение оптической плотности на спектрофотометре при длине волны 765 нм. По результатам измерения оптической плотности растворов построить калибровочный график, откладывая по оси абсцисс концентрацию галловой кислоты в мг/л, по оси ординат – оптическую плотность раствора.

Таблица 1.1 – Соотношения реактивов для построения калибровочной кривой по флавоноидам методом Фолина-Чокальтеу

Концентрация, мг/л	Объем сток-раствора галловой кислоты для приготовления пробы, мкл	Объем 80% этанола для приготовления пробы, мкл
Контроль, 0	0,0	250
25	12,5	237,5
50	25	225
100	50	200
150	75	175
200	125	125

Для измерения концентрации флавоноидов в экстрактах:

В пробирку поместить 0,25 мл исследуемого спиртового экстракта, в контрольную пробирку – 0,25 мл 80 %-ного этанола и затем во все пробирки добавить по 1,25 мл разведенного реактива Фолина-Чокальтеу, а через 3 минуты по 1,0 мл карбоната натрия.

Пробирки с реакционной смесью хорошо встряхнуть и оставить на 2 часа, после чего провести измерение оптической плотности на спектрофотометре при длине волны 765 нм. В качестве стандартного раствора использовать пробу «контроль».

Содержание фенольных соединений в экстракте определить с помощью калибровочной кривой: графика проходящего через начало координат и отражающего зависимость оптической плотности (ось ординат) полученных реакционных смесей от концентрации (ось абсцисс) содержащейся в них галловой кислоты.

Содержание внутриклеточных фенольных соединений в экстрактах рассчитать по формуле (1.2):

$$F = \frac{C_F \times V_{\text{экстракта}} \times 1000}{m}, \quad (1.2)$$

где F – общее содержание внутриклеточных фенольных соединений,
мг-экв галловой кислоты/г сухого веса;

C_F – концентрация фенольных соединений, рассчитанная по
калибровочной кривой, исходя из оптической плотности реакционных
смесей, мг-экв галловой кислоты /л;

V экстракта – общий объём экстракта, мл;

m – масса навески, г;

1000 – коэффициент пересчета.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Калибровочный график зависимости оптической плотности раствора от концентрации фенольных веществ

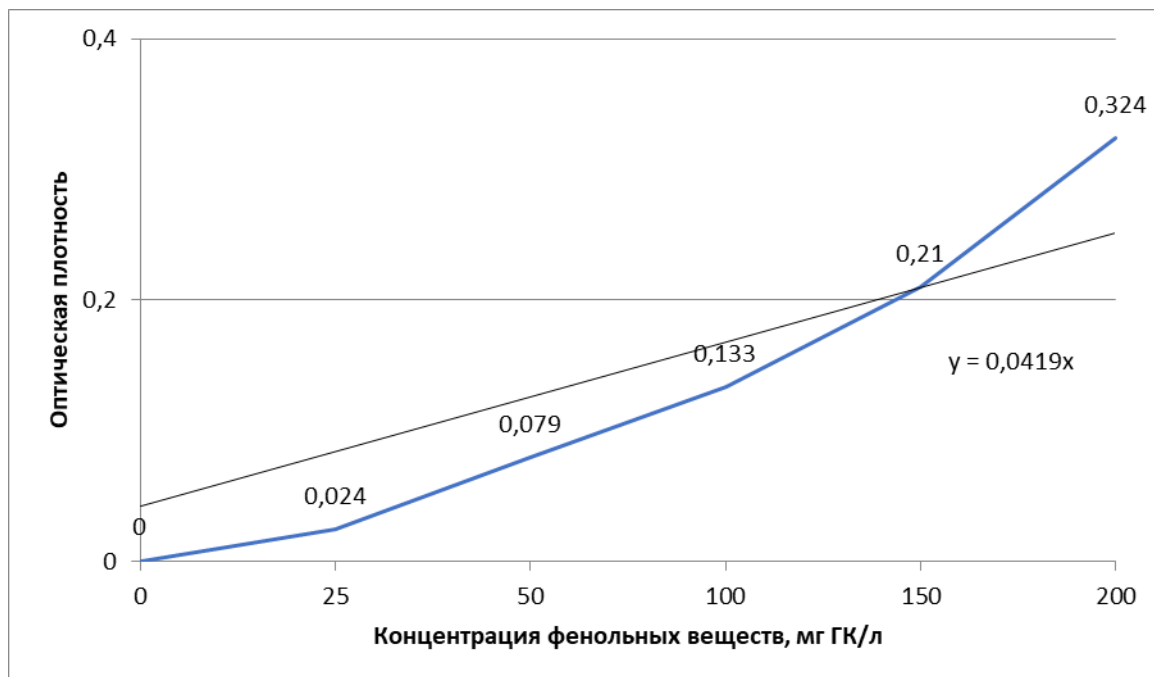


Рисунок 2.1 – Зависимость оптической плотности раствора от концентрации фенольных веществ

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Методика определения общего числа флавоноидов

Извлечение флавоноидов из листьев стевии проводили путем однократной экстракции этанолом (70 %) при нагревании на кипящей водяной бане в течение 45 мин. Для спектрофотометрических определений использовали извлечение с соотношением сырье – экстрагент 1 : 100.

Испытуемый раствор готовили следующим образом: 2 мл раствора А помещали в мерную колбу вместимостью 25 мл, прибавляли 2 мл алюминия хлорида раствора 3% в спирте 95 % и через 10 мин 2 капли разведенной кислоты уксусной. Объем раствора доводили спиртом этиловым 95 % до метки и оставляли на 30 мин (раствор Б). В качестве раствора сравнения использовали раствор, приготовленный при тех же условиях, но без хлорида алюминия.

Содержание флавоноидов определяли спектрофотометрическим методом на приборе КФК. Спектр поглощения снимали при длине волны 408 ± 4 нм в кювете с толщиной слоя жидкости 10 мм.

Содержание суммы флавоноидов рассчитывали по стандартному образцу рутина.

Приготовление ГСО рутина. Около 0,05 г (точная навеска) ГСО рутина, переносят в мерную колбу вместимостью 100 мл, растворяют в 95 % спирте этиловом и доводят объем раствора до метки тем же растворителем (раствор А').

2 мл раствора А' переносят в мерную колбу вместимостью 25 мл, приливают 2 мл 2 % раствора алюминия хлористого в 95 % спирте этиловом, 1 каплю 5 % кислоты уксусной и доводят объем раствора 95 % спиртом этиловым до метки.

Для приготовления раствора сравнения 2 мл раствора А' переносят в мерную колбу вместимостью 25 мл, приливают 1 каплю 5% кислоты уксусной и доводят объем раствора 95 % спиртом этиловым до метки.

Содержание суммы флавоноидов в процентах (X) в пересчете на рутин и абсолютно сухое сырье вычисляли по формуле (3.1):

$$X = \frac{D \times m_0 \times 100 \times 25 \times 1 \times 100 \times 100}{D_0 \times m \times 2 \times 1 \times 50 \times 25 \times (100 - W)}, \quad (3.1)$$

где D – оптическая плотность испытуемого раствора;

D₀ – оптическая плотность раствора ГСО рутина;

m₀ – масса ГСО рутина, г;

m – масса сырья, г;

W – потеря в массе при высушивании, %.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Методика определения содержания β -каротина

Подготовка пробы к анализу

Подготовка проб к анализу производится непосредственно перед анализом. Точную навеску анализируемого вещества (0,05-0,20 г) помещают в плоскодонную колбу вместимостью 100 см³, добавляют 15 см³ воды и нагревают на водяной бане при температуре 60°-70°С при перемешивании в течение 5 мин. Затем прибавляют 30 см³ этилового спирта, 0,1 г аскорбиновой кислоты, 3 см³ 50 %-ного раствора гидроксида калия и нагревают в течение 30 минут на водяной бане с обратным холодильником при температуре кипения смеси. Содержимое колбы быстро охлаждают до комнатной температуры, количественно переносят в делительную воронку и экстрагируют в течение двух минут. Объединенные гексановые экстракты количественно переносят в колбу объемом 200 см³ и доводят объем раствора до метки тем же растворителем. Аликвоту 2 см³ полученного раствора переносят в мерную пробирку на 10 см³, и упаривают в токе азота, сухой остаток растворяют в этиловом спирте и фотометрируют.

Массовую концентрацию β -каротина уточняют спектрофотометрическим методом. Для этого определяют оптическую плотность слоя раствора толщиной 1 см по отношению к растворителю при длине волны 453 нм и рассчитывают по формуле (4.1):

$$C = \frac{D \cdot 10^6}{E_{1\text{см}}^{1\%} \cdot 1}, \quad (4.1)$$

где $E_{1\text{см}}^{1\%}$ – коэффициент поглощения, см³·мкг⁻¹·см⁻¹. (2620);

1 – толщина слоя раствора, см;

10⁶ – коэффициент пересчета.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Дорожная карта реализации исследовательского проекта «Антиоксиданты в пряных растениях»

Таблица 5.1 – Дорожная карта реализации исследовательского проекта «Антиоксиданты в пряных растениях»

Этап работы	Действие обучающегося	Действие наставника	Формируемые УУД
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Организационный	Осуществляет выбор направления и темы исследовательского проекта – «Антиоксиданты в пряных растениях», выдвигает цели, задачи, гипотезу, предполагает результат, к которому должен прийти в ходе работы – «Количественно установить содержание антиоксидантов в пряных растениях»	Помощь в постановке цели, задач, выдвижении гипотез; ознакомление с этапами и структурой проекта, мотивация обучающегося	<p><u>Познавательные</u>: умение осуществлять актуализацию изученной информации; проводить анализ и выборку необходимой информации;</p> <p><u>Регулятивные</u>: умение анализировать существующие и планировать будущие образовательные результаты; выдвигать версии решения проблемы, формулировать гипотезы; формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели деятельности.</p> <p><u>Коммуникативные</u>: уметь формулировать собственное мнение и позицию; критически относиться к собственному мнению, с достоинством признавать ошибочность своего мнения (если оно таково) и корректировать его</p>

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
<p>Планирование</p>	<p>Работает с источниками информации, чтобы разработать пути решения поставленных задач. Делит работу на промежуточные этапы: количественное определение содержания фенольных веществ в пряных растениях (Приложение 1), количественное определение содержания флавоноидов в пряных растениях (Приложение 3). Определяет время работы на каждом этапе и общие сроки выполнения проекта. Определяет доступные методы работы</p>	<p>Предоставление списка источников, рекомендуемых к использованию в работе (Приложение 8). Корректировка работы обучающегося, консультация по теоретическим вопросам (химические и физические свойства фенольных веществ и флавоноидов) и составлению методик эксперимента (проверка доступности и достоверности, выбранных учеником методов), утверждение методик эксперимента, подготовка реактивов и оборудования для выполнения работы</p>	<p><u>Познавательные</u>: умение находить в тексте требуемую информацию (в соответствии с целями своей деятельности): находить ответы на вопросы, используя учебник, свой жизненный опыт и информацию, полученную на уроке; умение устанавливать взаимосвязь описанных в тексте событий, явлений, процессов. <u>Регулятивные</u>: планировать свое действие в соответствии с поставленной задачей и условиями ее реализации, в том числе во внутреннем плане; различать способ и результат действия. <u>Коммуникативные</u>: уметь оформлять свои мысли в устной форме, строить монологическое высказывание, владеть диалогической формой речи; учитывать разные мнения и стремиться к координации действий с окружающими</p>

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
Выполнение проекта	Сбор и изучение информации по объекту проектирования (изучение биологической роли антиоксидантов, их классификации и механизма действия), проведение лабораторного эксперимента на кафедре химии, экологии и методики обучения химии ФГБОУ ВО ЮУрГГПУ и обработка полученных результатов, решение возникающих вопросов и проблем, корректировка плана при необходимости, оформление документации проекта (теоретической и экспериментальной частей)	Оказание помощи в поиске и обработке информации (отбор наиболее доступных тематических литературных источников, проверка достоверности и последовательности информации, подобранной школьником), строгий контроль выполнения лабораторного эксперимента (соблюдение техники безопасности при работе с реактивами и лабораторной посудой), осуществление контроля над соблюдением сроков	<p><u>Познавательные</u>: умение устанавливать причинно-следственные связи; умение формировать множественную выборку из поисковых источников для объективизации результатов поиска; умение выполнять технику лабораторной работы.</p> <p><u>Регулятивные</u>: оценивать продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности; умение работая по своему плану, вносить коррективы в текущую деятельность на основе анализа изменений ситуации для получения запланированных характеристик продукта/результата; умение перерабатывать полученную информацию в готовый продукт.</p> <p><u>Коммуникативные</u>: критически относиться к собственному мнению, с достоинством признавать ошибочность своего мнения (если оно таково) и корректировать его; умение строить позитивные отношения в процессе учебной, познавательной деятельности</p>

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
Отчет по проекту	Оформляет отчет по полученным результатам, формулирует выводы, проводит подготовку презентационных результатов, осуществляет выступление и защиту проекта. Выступление производится как в школьных стенах, так и на городских конкурсах исследовательских проектов, таких как: «X Региональная научно-практическая конференция школьников по биологии»	Предложить школьнику возможную структуру и форму отчета (устный доклад на конференции, стендовый доклад, выступление перед одноклассниками), консультировать обучающегося на счет выступления.	<p><u>Познавательные</u>: умение осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков;</p> <p>Умение излагать полученную информацию, интерпретируя её в контексте решаемой задачи.</p> <p><u>Регулятивные</u>: умение обосновывать целевые ориентиры и приоритеты ссылками на ценности, указывая и обосновывая логическую последовательность шагов;</p> <p>описывать свой опыт, оформляя его для передачи другим людям в виде технологии решения практических задач определённого класса.</p> <p><u>Коммуникативные</u>: уметь корректно и аргументировано отстаивать свою точку зрения, в дискуссии уметь выдвигать свои контраргументы, перефразировать свою мысль (владение механизмом эквивалентных замен); представлять в устной или письменной форме развёрнутый план собственной деятельности;</p> <p>владеть диалогической формой речи;</p> <p>умение грамотно отвечать на вопросы по теме выступления</p>

Продолжение таблицы 5.1

1	2	3	4
Оценка результатов	Проводит самооценку работы, в которую входит анализ результатов выполнения проекта, эффективность методов и этапов, оценка качества выполнения проекта. Оценивает результаты работы других участников, намечает план дальнейшей научной деятельности и ее направление	Оценка усилий в проделанной работе, качества использования источников, постановки эксперимента, качества отчета, мотивация школьника на дальнейшие открытия	<p><u>Личностные</u>: способность к самооценке на основе критерия успешности учебной деятельности.</p> <p><u>Регулятивные</u>: оценивать продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности;</p> <p>ретроспективно определять, какие действия по решению учебной задачи привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности.</p> <p><u>Коммуникативные</u>: строить монологическую речь, аргументировать свою точку зрения; делать оценочный вывод о достижении цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и обосновывать его</p>

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Рекомендуемые источники для исследовательского проекта

1. Демидов, И.Н. Зависимость антиоксидантных свойств растительных экстрактов от концентрации фенольных соединений [Текст] / И.Н. Демидов, Л.А. Данилова, Ф.Э. Ицков, Л.А. Чернова // Пищевая технология. – 1993. – № 5-6. – С. 54–57.
2. Георгиевский, В.П. Биологически активные вещества лекарственных растений [Текст] // Владимир Георгиевский. – Новосибирск : Наука, 2001. – 216 с.
3. Левицкий, Е.Л. Антиоксиданты и питание [Текст] / Евгений Левицкий // Медицинский Вестник. – 1998. – № 2. – С. 16–17.
4. Сорокина, И.В. Роль фенольных антиоксидантов в повышении устойчивости органических систем к свободнорадикальному окислению: Аналитический обзор [Текст] // И.В. Сорокина, А.П. Крысин, Т.Б. Хлебникова и др. – Новосибирск : Изд-во ГПНТБ СО РАН, 1997. – 68 с.
5. Хасанов, В.В. Методы исследования антиоксидантов [Текст] / В.В. Хасанов, Г.Л. Рыжова, Е.В. Мальцева // Химия растительного сырья. – 2004. – № 3. – С. 63–75.
6. Чупахина, Г. Н. Природные антиоксиданты: экологический аспект [Текст] // Г. Н. Чупахина, П. В. Масленников, Л. Н. Скрыпник. – Калининград : Изд-во Балтийского федерального ун-та им. Иммануила Канта, 2011. – 111 с.
7. Шарова, Е. И. Антиоксиданты растений [Текст] : учебное пособие // Екатерина Шарова. – Санкт-Петербург : Изд-во СПбГУ, 2016. – 140 с.
8. Шарафутдинова, Е.Н. Качество пищевых продуктов и антиоксидантная активность [Текст] / Е.Н. Шарафутдинова, А.В. Иванова, А.И. Матерн, Х.З. Брайнина // Аналитика и контроль. – 2011. – 15(3). – С. 281–286.

9. Яшин, Я.И. Природные антиоксиданты. Содержание в пищевых продуктах и их влияние на здоровье и старение человека [Текст] / Я.И. Яшин, В.Ю. Рыжнев, А.Я. Яшин, Н.И. Черноусова. – Москва : ТрансПит, 2009. – 200 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Диплом участия школьника в конкурсе проектов



ПРИЛОЖЕНИЕ 8

Оценочный лист наставника исследовательского проекта

Таблица 8.1 – Оценочный лист наставника исследовательского проекта

Этап	Код	Критерий	Макс балл	Оценка от наставника
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
1.Организационный			17	13
1.1. Определение темы проекта	2.1.2 (РУУД)	- не сформировано умение идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему;	0	2
		- формирует умение идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему с помощью наставника;	1	
		- формирует умение идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему	2	
	2.1.1 (РУУД)	- не анализирует существующие и не планирует будущие образовательные результаты;	0	
		- анализирует существующие и планирует будущие образовательные результаты с помощью наставника;	1	
		- анализирует существующие и планирует будущие образовательные результаты самостоятельно	2	
1.2. Поиск и анализ проблемы	2.1.3 (РУУД)	- не выдвигает версии решения проблемы, не формулирует гипотезы,	0	1
		- выдвигает версии решения проблемы, формулирует гипотезы с помощью наставника;	1	
	- выдвигает версии решения проблемы, формулирует гипотезы, предвосхищает конечный результат самостоятельно	2		
	1.3.2 (ПУУД)	- не умеет осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков;	0	1
		- умеет осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков с помощью наставника;	1	
		- умеет осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков	2	

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5
1.3. Постановка цели проекта	2.1.4 (РУУД)	- не ставит цель деятельности на основе определенной проблемы и существующих возможностей; - ставит цель деятельности на основе определенной проблемы и существующих возможностей с помощью наставника - ставит цель деятельности на основе определенной проблемы и существующих возможностей самостоятельно	0 1 2	1
	2.1.5 (РУУД)	- не умеет самостоятельно формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели; - умеет самостоятельно формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели с помощью наставника; - умеет самостоятельно формулировать учебные задачи как шаги достижения поставленной цели	0 1 2	2
	2.2.2 (РУУД)	- не обосновывает и не осуществляет выбор наиболее эффективных способов решения учебных и познавательных задач; - обосновывает и осуществляет выбор наиболее эффективных способов решения учебных и познавательных задач с помощью наставника; - обосновывает и осуществляет выбор наиболее эффективных способов решения учебных и познавательных задач самостоятельно	0 1 2	1
	3.1.5 (КУУД)	- не строит позитивные отношения в процессе учебной и познавательной деятельности; - строит позитивные отношения в процессе учебной и познавательной деятельности с помощью наставника; - строит позитивные отношения в процессе учебной и познавательной деятельности самостоятельно	0 1 2	1
	3.1.7 (КУУД)	- не умеет критически относиться к собственному мнению, с достоинством признавать ошибочность своего мнения (если оно таково) и корректировать его; - критически относится к собственному мнению, с достоинством признает ошибочность своего мнения (если оно таково) и корректирует его	1 2	2

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5
2.Выполнение проекта			26	20
2.1. Анализ имеющейся информации	1.1.2 (ПУУД)	- не находит в тексте требуемую информацию (в соответствии с целями своей деятельности); - находит в тексте требуемую информацию (в соответствии с целями своей деятельности) с помощью наставника; -находит в тексте требуемую информацию (в соответствии с целями своей деятельности) самостоятельно	0 1 2	2
	1.1.5 (ПУУД)	- не устанавливает взаимосвязь описанных в тексте событий, явлений, процессов; - устанавливает взаимосвязь описанных в тексте событий, явлений, процессов с помощью наставника; - устанавливает взаимосвязь описанных в тексте событий, явлений, процессов самостоятельно	0 1 2	2
	1.3.4 (ПУУД)	- не умеет обобщать понятия; формулировать и обосновывать гипотезы под руководством наставника; - умеет обобщать понятия; формулировать и обосновывать гипотезы под руководством наставника	0 1	2
	1.3.8 (ПУУД)	- не объединяет предметы и явления в группы по определенным признакам, не сравнивает, не классифицирует и не обобщает факты и явления; - объединяет предметы и явления в группы по определенным признакам, сравнивает, классифицирует и обобщает факты и явления с помощью наставника; - объединяет предметы и явления в группы по определенным признакам, сравнивает, классифицирует и обобщает факты и явления самостоятельно	0 1 2	1

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5
2.2. Сбор изучение информации	1.2.5 (ПУУД)	- не определяет логические связи между предметами и/или явлениями, не обозначает данные логические связи с помощью знаков в схеме; - определяет логические связи между предметами и/или явлениями, обозначает данные логические связи с помощью знаков в схеме с помощью наставника; - определяет логические связи между предметами и/или явлениями, обозначает данные логические связи с помощью знаков в схеме самостоятельно	0 1 2	1
	1.2.8 (ПУУД)	- не переводит сложную по составу (многоаспектную) информацию из графического или формализованного (символьного) представления в текстовое, и наоборот; - переводит сложную по составу (многоаспектную) информацию из графического или формализованного (символьного) представления в текстовое, и наоборот с помощью наставника; - переводит сложную по составу (многоаспектную) информацию из графического или формализованного (символьного) представления в текстовое, и наоборот самостоятельно	0 1 2	2
	1.5.2 (ПУУД)	- не осуществляет взаимодействие с электронными поисковыми системами, словарями; - осуществляет взаимодействие с электронными поисковыми системами, словарями с помощью наставника; - осуществляет взаимодействие с электронными поисковыми системами, словарями самостоятельно	0 1 2	2
	1.5.3 (ПУУД)	- не формирует множественную выборку из поисковых источников для объективизации результатов поиска; - формирует множественную выборку из поисковых источников для объективизации результатов поиска с помощью наставника; - формирует множественную выборку из поисковых источников для объективизации результатов поиска самостоятельно	0 1 2	1

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5
2.3. Построение алгоритма деятельности	2.2.6 (РУУД)	- не составляет план решения проблемы (выполнения проекта, проведения исследования); - составляет план решения проблемы (выполнения проекта, проведения исследования) с помощью наставника; - составляет план решения проблемы (выполнения проекта, проведения исследования) самостоятельно	0 1 2	1
	2.2.9 (РУУД)	-не планирует свою индивидуальную образовательную траекторию; -планирует и корректирует свою индивидуальную образовательную траекторию с помощью наставника; -планирует и корректировать свою индивидуальную образовательную траекторию самостоятельно	0 1 2	1
2.4. Выполнение плана работы над индивидуальным учебным проектом.	2.3.4 (РУУД)	- не оценивает свою деятельность, аргументируя причины достижения или отсутствия планируемого результата; - оценивает свою деятельность, аргументируя причины достижения или отсутствия планируемого результата	0 1	1
	2.3.6 (РУУД)	- работает по своему плану, вносит коррективы в текущую деятельность на основе анализа изменений ситуации для получения запланированных характеристик продукта/результата с помощью наставника; - работает по своему плану, вносит коррективы в текущую деятельность на основе анализа изменений ситуации для получения запланированных характеристик продукта/результата самостоятельно	1 2	1
	2.3.8 (РУУД)	- сверяет свои действия с целью и, при необходимости, исправляет ошибки с помощью наставника - сверяет свои действия с целью и, при необходимости, исправляет ошибки самостоятельно	1 2	2

Продолжение таблицы 8.1

1	2	3	4	5
2.5. Внесение (по необходимости) изменений в проект	2.4.4 (РУУД)	- не оценивает продукт своей деятельности по заданным критериям в соответствии с целью деятельности;	0	0
		- оценивает продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности	1	
	2.4.6 (РУУД)	- не фиксирует динамику собственных образовательных результатов;	0	1
		- Фиксирует и анализирует динамику собственных образовательных результатов	1	
3. Оценивание проекта			4	3
3.1. Анализ результатов выполнения проекта	2.4.4 (РУУД)	- не оценивает продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности;	0	0
		- оценивает продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности	1	
3.2. Оценка качества выполнения проекта	2.5.4 (РУУД)	- не определяет причины своего успеха или неуспеха и находит способы выхода из ситуации неуспеха;	0	1
		- самостоятельно определяет причины своего успеха или неуспеха и находит способы выхода из ситуации неуспеха	1	
	2.5.5 (РУУД)	- не определяет, какие действия по решению учебной задачи или параметры этих действий привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности;	0	1
		- ретроспективно определяет, какие действия по решению учебной задачи или параметры этих действий привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности	1	
	3.2.10 (КУУД)	- не делает оценочного вывода о цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и не обосновывает его;	0	1
		- делает оценочный вывод о достижении цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и обосновывает его	1	