



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

**Определение некоторых биологически активных
веществ в листьях стевии и в биологически активных
добавках ее содержащих**

Выпускная квалификационная работа
по направлению 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями
подготовки)

Направленность программы бакалавриата
«Биология. Химия »

Проверка на объем заимствований:
66,35 % авторского текста

Выполнила:
Студентка группы ОФ-501/068-5-1
Долгополова Екатерина Александровна

Работа рекомендована к защите
рекомендована/не рекомендована
« 01 » 06 2019 г.
зав. кафедрой Химии, экологии и МОХ
(название кафедры)
Су Сутягин А.А.

Научный руководитель:
к.п.н., доцент
Лисун Лисун Наталья Михайловна

Челябинск
2019

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ СТЕВИИ И ЕЁ ВЛИЯНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА.....	8
1.1 Общая характеристика растения стевия.....	8
1.2 Причины развития сахарного диабета. Роль сахарозаменителей в лечении	12
1.3 Фармакологические свойства биологически-активных веществ, содержащихся в стевии и использование её в медицине.....	17
1.4 Применение стевии в пищевых и медицинских целях.....	20
Выводы по первой главе.....	22
ГЛАВА 2 ВЫДЕЛЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИТЕРПЕНОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И БАД.....	24
2.1 Органолептический анализ стевии и стевиозида в качестве подсластителя.....	24
2.2 Выделение дитерпеновых гликозидов из растительного сырья и их идентификация.....	26
2.2.1 Выделение дитерпеновых гликозидов.....	26
2.2.2 Идентификация выделенных гликозидов и гликозидов БАД.	27
2.3 Количественное определение дитерпеновых гликозидов в экстракте, полученном из растительного сырья.....	31
2.4 Расчет количества гликозидов в исследуемом растительном сырье.....	32
Выводы по второй главе.....	33
ГЛАВА 3 МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА СОПРОВОЖДЕНИЯ ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СТАРШЕЙ ШКОЛЕ	34
3.1 Значение проектной деятельности школьников в условиях реализации ФГОС.....	34

3.2 Поэтапное сопровождение педагогом исследовательского проекта.....	36
Выводы по третьей главе.....	45
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	50
ПРИЛОЖЕНИЕ	55

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день одной из актуальных и первоочередных задач отечественного здравоохранения является профилактика и лечение такого широко распространённого и трудноизлечимого заболевания, как сахарный диабет (СД). Причиной заболевания является инсулиновая недостаточность или резистентность к инсулину клеток организма, следствием – невозможность проникновения глюкозы в клетки и накопление её в плазме крови, а также переключение организма на использование жиров и белков для выработки необходимой энергии.

Несмотря на довольно обширный арсенал противодиабетических препаратов и большой опыт их применения, проблема профилактики и лечения заболевания не решена. В связи с этим особое внимание уделяется поиску новых низкокалорийных и безвредных заменителей сахара (участвуют в метаболизме) и подсластителей (не участвуют в метаболизме), которые не вызывают повышения уровня глюкозы в крови и позволяют поддерживать качество жизни больного. Востребованность низкокалорийных напитков и продуктов питания, а также высокая стоимость таких традиционных синтетических сахарозаменителей и подсластителей, как сахарин, ацесульфам, аспартам и цикломат стимулируют этот поиск.

Среди наиболее перспективных и эффективных современных природных подсластителей внимание привлекают сладкие дитерпеновые гликозиды, накапливающиеся в надземной части растения *Stevia rebaudiana* Bertoni (в дальнейшем – стевия) в достаточно большом количестве – до 20% в пересчёте на сухой вес и обладающие ярко выраженным сладким вкусом.

Листья стевии в 10-15 раз слаще обычного сахара, экстракт – в 30-40 раз, главное биологически-активное вещество – стевиозид – в 200-300 раз, но преимущество использования их в отличие от сахара заключается в том, что дитерпеновые гликозиды стевии содержат очень мало калорий и не повышают уровень глюкозы в крови. В настоящее время стевиозид считается отличным подсластителем, как для здоровых людей, так и для страдающих диабетом, ожирением и другими нарушениями обмена веществ [13].

Экстракты стевии широко применяются в пищевой промышленности. Особенно ценно их использование в производстве диетических продуктов. На основании фармакологических исследований сухой экстракт стевии предложен в качестве иммуностимулирующего, антиоксидантного, противовоспалительного, антисклеротического и антидиабетического средства.

Изучение химического состава стевии как сырья, а также биологически-активных добавок (в дальнейшем – БАД), содержащих стевию, играет важную роль для промышленной её переработки, что в свою очередь облегчает процессы лечения вышеназванных заболеваний.

Цель: Выделить и определить основные биологически-активные вещества (в дальнейшем – БАВ) в листьях стевии и в биологически-активных добавках, её содержащих.

Задачи исследования:

1. Составить анатомо-морфологическую, эколого-географическую и химико-биологическую характеристику стевии на основании литературных источников.

2. Рассмотреть биохимические причины развития сахарного диабета.

3. Изучить основные биологически-активные вещества стевии и их влияние на организм человека, в том числе и в условиях диабетического состояния.

4. Осуществить сравнительный анализ органолептических показателей стевии и БАД, содержащих стевиозид.

5. Осуществить анализ дитерпеновых гликозидов, включающий в себя их экстракцию, разделение, идентификацию и количественное определение их из растительного сырья, а также из БАД, содержащих стевию.

6. Разработать и апробировать схему методического сопровождения исследовательского проекта обучающегося старшей школы.

Объект исследования: листья стевии и биологически-активные добавки, её содержащие.

Предмет исследования: основные биологически-активные вещества стевии (стевиозид).

Для решения поставленных задач использовались следующие методы: анализ литературных источников; экстракционный метод; хроматографический метод, спектрофотометрический метод, органолептический метод.

Гипотеза: стевия имеет химические, физические и фармакологические характеристики, позволяющие использовать её без побочных эффектов в составе пищи как естественный подсластитель, причем главное действующее вещество доступно для выделения из растительного сырья.

Практическая значимость: В настоящее время во всех странах мира, особенно промышленно развитых, заболеваемость сахарным диабетом неуклонно растет. Высокая распространенность, ранняя инвалидизация и уменьшение продолжительности жизни больных делают сахарный диабет одной из важнейших медико-социальных проблем.

Характерным признаком сахарного диабета как I, так и II типа является повышенная концентрация глюкозы в крови (после приема пищи

и натошак) и глюкозурия, поэтому в процесс лечения болезни, входит низкокалорийная диета, с минимальным количеством сахаров.

На сегодняшний день рынок продуктов здорового питания заполнен всевозможными сахарозаменителями и подсластителями, но многие из них имеют большое количество противопоказаний и побочных эффектов.

ГЛАВА 1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ СТЕВИИ И ЕЁ ВЛИЯНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

1.1 Общая характеристика растения стевия

Стевия медовая, или Медовая трава (*Stevia rebaudiana*) – вид растений рода Стевия (*Stevia*) семейства Астровые, или Сложноцветные. Ареал этого растения узкий и находится в долине притока реки Парана между Парагваем и Бразилией.

История исследования стевии

Использование стевии началось более 1500 лет назад индейцами племени гуарани, населявшими Южную Америку. Побегам стевии они подслащивали чай и использовали траву для лечения различных недугов.

Первые сообщения об этой разновидности стевии принадлежат испанскому ботанику и врачу Эстев Педро Хайме (1500-1566 гг.). От латинского перевода его фамилии и возникло имя растения – «*Stevia*».

Бертони Мойзес Сантьяго, будучи директором Национальной школы сельского хозяйства в Асунсьоне, несколько лет исследовал растение и только в 1873 г. описал вид. Оказалось, что это новый представитель рода стевии; первооткрыватель назвал его в честь своего приятеля-химика доктора Ребауди Овидия, помогавшего делать экстракт, так что в итоге получилось *Stevia rebaudiana* (Bertoni).

В 1934 г. благодаря Вавилову Н. И. СССР познакомился с растением. Наибольшие плантации и селекционные исследования (выведены собственные сорта «Берегиня», «Славутич») были на Украине. В России прижился сорт «Рамонская сладена».

С 1941 г. в условиях Второй мировой войны, из-за блокады немецкими подводными лодками подвоза снабжения из Америки, Англия

ощутила дефицит сахара. Поэтому в стране начался поиск природного заменителя сахара, который можно было бы выращивать на британских островах. Им оказалась стевия, которая послужила хорошей альтернативой сахару.

Через некоторое время в Японии началось крупномасштабное выращивание стевии в теплицах. Многочисленные токсикологические исследования японских ученых привели к массовому применению стевии и продуктов с её содержанием в питании. Ни в одном научном исследовании не наблюдалось токсического воздействия стевии на организм человека и уже в 1975 г. в японских супермаркетах появились первые продукты со стевией.

Анатомо-экологическая характеристика

Многолетний травянистый кустарник, высотой до 80 см.

Растение имеет белые и бело-кремовые мелкие цветки, часто скрытыми рядом листьев, расположенных под соцветием, и серо-коричневыми мелкими семенами. Для парных листьев характерен зубчатый край. Листья верхнего слоя имеют яркий, зеленый оттенок и ланцетную форму, нижние листья темно-зеленые, эллипсовидные. Корни растения залегают в земле неглубоко. Корневая система мочковатая, сильно не разрастается. Размножать траву и кустарники лучше не семенами, по причине их низкой, 5% всхожести, а черенками.

В природе она растет в предгорьях и на возвышенностях, в условиях малого количества атмосферных осадков. Культивированный кустарник рекомендуется высаживать на хорошо освещенных территориях с супесчаными и песчаными почвами, «разбавленными» компостом или перегноем (до уровня кислотно-щелочного баланса 5,5, максимум 6). Глинистые почвы и суглинок не подходят для выращивания травы.

Родиной стевии считается Южная Америка. Наиболее комфортные условия для произрастания травы – умеренно влажный субтропический

климат. На сегодняшний день культивируется в промышленных масштабах в Бразилии, Израиле, Вьетнаме, Корее, Китае и Японии.

Химико-биологическая характеристика

Более 100 фитохимических веществ были обнаружены в стевии. Содержание основных веществ в растении отражено в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав стевии

Компоненты	Содержание в растении
Растительные полифенолы (флавоноиды)	30-45%
Растительные пигменты	10-15%
Гликозиды	18-20%
Свободные сахара	3-5%
Кислоты оксикоричные	2-3%
Аминокислоты	1,5-3%
Микроэлементы (цинк, калий, магний, йод, селен и др.)	0,18-1%
Витамины группы В, также А, С, D, Е, К, Р	0,1%

Растение особенно богато терпенами и флавоноидами. Помимо представленных в таблице веществ, стевия содержит: апигенин, аустроинулин, авикуларин, бета-ситостерин, кофейную кислоту, кампестерол, кариофиллен, centaурейдин, хлорогеновую кислоту, космосин, цинарозид, даукостерол, дулькозид АВ, фоеникулин, муравьиная кислота, гуминовые кислоты, гиббереллин, индол-3-ацетонитрил, исокуерцитрин, изостевиол, кемпферол, каурин, лупеол, лютеолин, полистахозид, кверцетин, куерцитрин, скополетин, стеребин АГ, стевиолбиозид, стевиомонозид, стевиозид-3, стигмастерол, умбеллиферон и ксантофилл [8].

Обширную группу составляют эфирные сахара. Одни соединения чрезвычайно горькие, другие, наоборот, очень сладкие. В листьях стевии накапливаются гликозиды 11-ти видов, которые имеют сладкий вкус, но с присутствием горькой ноты (таблица 2) [4]. Этот факт обуславливает горьковатый вкус свежих и высушенных листьев, лакричный привкус. Получаемые в результате глубокой переработки сухие и жидкие экстракты избавлены от такого недостатка.

Таблица 2

Характеристика гликозидов стевии

Гликозид	Содержание в растении, %	Коэффициент сладости (во столько раз гликозид слаще обычного сахара)
1	2	3
Стевиозид	60	150-300
Ребаудозид А	30	200-400
Ребаудозид В	4	300-350
Ребаудозид С	0,5	50-120
Ребаудозид D	0,5	200-300
Ребаудозид Е	4	250-300
Ребаудозид F	0,5	Нет данных
Рубусозид	<1	110
Ствиолмонозид	<1	Нет данных
Стевиолбиозид Н	<1	100-125
Стевиолбиозид b - Gic	<1	50-120

Данные таблицы указывают на то, что основная масса гликозидов приходится на стевиозид и ребаудозид А. Эти составляющие являются основой выработки сухих концентрированных экстрактов.

1.2 Причины развития сахарного диабета. Роль сахарозаменителей в лечении

С биохимической точки зрения сахарный диабет – заболевание, характеризующееся повышением уровня глюкозы в крови вследствие дефицита инсулина и нарушения усвоения глюкозы клетками.

Синтез инсулина происходит в β -клетках островков Лангерганса поджелудочной железы. Он начинается с образования препроинсулина, который расщепляется протеазой с образованием проинсулина. В секреторных гранулах аппарата Гольджи проинсулин расщепляется на инсулин и С-пептид, которые высвобождаются в кровь в процессе экзоцитоза (рис.1). Основным стимулятором секреции инсулина является глюкоза.

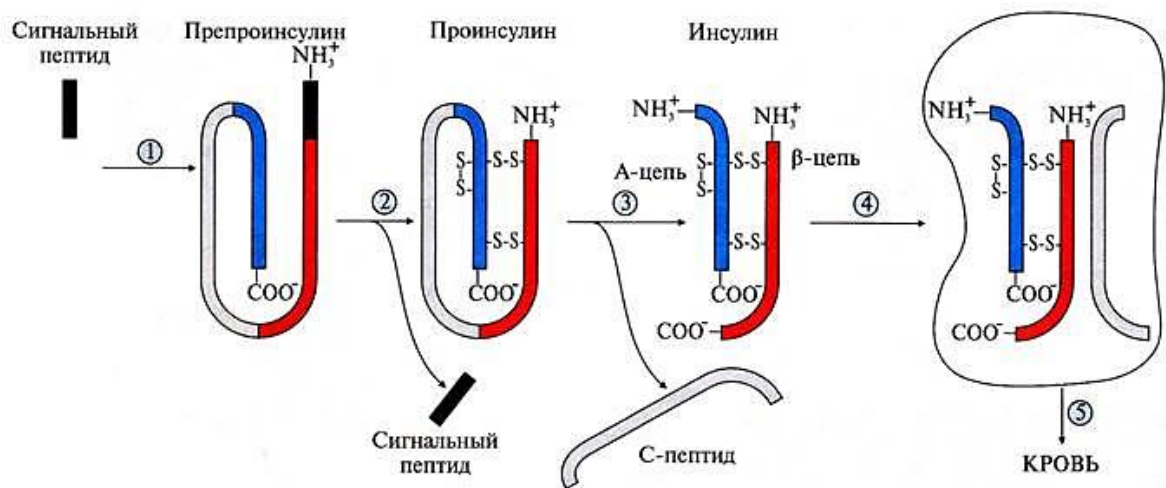


Рис. 1 Этапы синтеза инсулина: 1 – элонгация сигнального пептида на полирибосомах эндоплазматического ретикулума с образованием препроинсулина; 2 – отщепление сигнального пептида от препроинсулина; 3 – частичный протеолиз проинсулина с образованием инсулина и С-пептида; 4 – включение инсулина и С-пептида в секреторные гранулы; 5 – секреция инсулина и С-пептида из β -клеток поджелудочной железы в кровь [21]

Основными физиологическими эффектами инсулина являются стимуляция переноса глюкозы через мембраны клеток инсулинзависимых тканей. Основными органами-мишенями инсулина являются печень,

жировая ткань и мышцы. К инсулиннезависимым тканям, поступление глюкозы в которые не зависит от эффектов инсулина, в первую очередь относятся центральная и периферическая нервная система, эндотелий сосудов, клетки крови и др.

Биологические эффекты инсулина опосредованы его рецепторами, которые расположены на клетках-мишенях. Рецептор инсулина представляет собой гликопротеин, состоящий из четырех субъединиц. При высоком уровне инсулина в крови число его рецепторов по принципу понижающей регуляции снижается, что сопровождается снижением чувствительности клетки к инсулину. При отсутствии нарушений, после связывания инсулина с клеточным рецептором образовавшийся комплекс поступает внутрь клетки. Далее внутри мышечной и жировой клетки инсулин вызывает мобилизацию внутриклеточных везикул, которые содержат транспортер глюкозы ГЛЮТ-4. В результате этого везикулы перемещаются к клеточной поверхности, где ГЛЮТ-4 выполняет функцию входного отверстия для глюкозы. Аналогичное действие на ГЛЮТ-4 оказывает физическая нагрузка [9].

Выделяют два основных типа сахарного диабета.

1. Инсулинзависимый сахарный диабет (ИЗСД, диабет 1 типа) – диабет детей и подростков (20% от всех случаев).
2. Инсулиннезависимый сахарный диабет (ИНЗСД, диабет 2 типа) – диабет взрослых (80% всех случаев).

Развитие ИЗСД обусловлено недостаточным синтезом инсулина в β -клетках островков Лангерганса поджелудочной железы. Среди причин этого в настоящее время на первый план выдвигаются аутоиммунные поражения и инфицирование β -тропными вирусами.

В этом состоянии изменяется отношение инсулина к глюкагону, что связано не только с уменьшением секреции инсулина, но и с увеличением секреции глюкагона (инсулин ингибирует секрецию глюкагона). В

результате ослаблены процессы депонирования и усилена мобилизация источников энергии из депо. Печень, мышцы, жировая ткань сразу после приема пищи функционируют в режиме постабсорбтивного состояния (натошак). В таких условиях концентрация глюкозы снижается, вследствие этого снижается секреция инсулина и уменьшается поглощение глюкозы всеми тканями, кроме нервной. Низкая концентрация глюкозы в крови является сигналом для секреции глюкагона и кортизола. Глюкагон ускоряет распад гликогена и усиливает мобилизацию триацилглицеролов, переключая окисление тканями глюкозы на окисление жирных кислот и кетонных тел. Глюкагон и кортизол ускоряют глюконеогенез из аминокислот и глицерола для поддержания концентрации глюкозы в крови на постоянном уровне, необходимом для снабжения мозга. В этот период продукты переваривания, а также их метаболиты вместо того, чтобы складироваться в форме гликогена и жиров, циркулируют в крови [23].

В результате дефицита инсулина нарушается образование и депонирование энергоносителей, проявляется клиническая картина ИЗСД.

Биохимические нарушения при недостаточности инсулина приводят к изменениям в метаболизме.

1. Гипергликемию, вызванную нарушением транспорта глюкозы в клетки и компенсаторно ускоренным распадом гликогена. Росту содержания глюкозы способствует также и активация глюконеогенеза в связи со снятием репрессорного действия инсулина на синтез ключевых ферментов глюконеогенеза и усиленной секрецией глюкокортикоидов, индуцирующих продукцию ферментов глюконеогенеза (фосфоенолпируваткарбоксикиназы) в печени и почках.

2. Глюкозурию и полиурию, сопровождающиеся нарушением способности почечных канальцев к реабсорбции глюкозы (транспортная глюкозурия), вместе с которой выделяется много воды. Больной испытывает чувство жажды и голода.

3. Кетонемию и кетонурию обусловленную тем, что дефицит глюкозы в клетках приводит к более интенсивному использованию в качестве источника энергии липидов. Ацетил-КоА, образующийся усиленно при распаде жиров, не сгорает полностью в цикле Кребса, и часть его идет на синтез кетоновых тел. Избыточное накопление последних обуславливает их выделение с мочой. Накопление кетоновых тел вызывается еще и тем, что в отсутствие инсулина затормаживаются реакции цикла Кребса.

4. Нарушение кислотно-щелочного равновесия объясняется накоплением кислых продуктов – кетоацидозом. Вначале процесс компенсирован за счет полной нейтрализации кислых оснований буферными системами. По истощению буферной емкости рН смещается в кислую сторону (некомпенсированный метаболический ацидоз).

5. Отрицательный азотистый баланс. Усиление глюконеогенеза с использованием гликопластических аминокислот приводит, с одной стороны, к потере аминокислот и нарушению синтеза белков, с другой – к повышению синтеза мочевины.

6. Гиперосмотическую дегидратацию в связи с выделением с мочой большого количества глюкозы, кетоновых тел, азотсодержащих продуктов и натрия. Клеточная дегидратация с поражением функции мозга ведет к развитию диабетической комы [14].

Для ИНЗСД главной причиной является инсулинорезистентность из-за снижения чувствительности клеток-мишеней к гормону. Здесь выделяют две глобальные причины:

- снижение активности рецепторов (рецепторные механизмы);
- нарушение проведения сигнала от рецептора к внутриклеточным ферментам (пострецепторные механизмы).

У больных ИНЗСД в клетках мышц и жировой ткани адекватное количество инсулина может связываться с адекватным количеством

рецепторов, но это не приводит к активации адекватного количества транспортеров глюкозы – ГЛЮТ-4. В результате недостаточное количество глюкозы поступает в клетки из кровотока, что неизбежно сопровождается гипергликемией.

Уровень глюкозы в плазме крови представляет собой баланс между образованием глюкозы в печени и использованием ее в инсулиннезависимых тканях и в инсулинзависимых тканях. При диабете 2 типа имеет место устойчивость к инсулину в клетках печени, мышц и жировой ткани наряду со снижением чувствительности β -клеток поджелудочной железы к глюкозе. Устойчивость к инсулину развивается по многим причинам: старение организма, малоподвижный образ жизни, наследственная предрасположенность к диабету 2 типа, ожирение, избыток некоторых гормонов. β -клетки поджелудочной железы сначала компенсируют состояние устойчивости к инсулину за счет усиления базальной секреции и после приема пищи. Затем компенсация истощается, что приводит к сахарному диабету 2 типа (непереносимости глюкозы) [26].

Характерный признак СД – повышение концентрации глюкозы в крови с 5 мМ/л (90 мг/дл) до 9 мМ/л (160 мг/дл) и выше. При СД инсулин-глюкагоновый индекс снижен.

Лечение любого типа СД базируется на трех основных принципах: сахароснижающая терапия (при СД 1 типа – инсулинотерапия – максимальная имитация физиологической продукции гормона с целью достижения принятых критериев компенсации), диета и соблюдение правил общей терапии.

Особое место в лечении диабета, занимает специальная диета, которая включает ограниченное количество сладкого: сахара, кондитерских изделий, сухофруктов, фруктовых соков и т.д. Для поддержания качества жизни используют натуральные и искусственные сахарозаменители и подсластители. Действие их компонентов направлено

на снижение сахара в крови, или призвано не влиять на уже имеющийся уровень. Применяются сахарозаменители при 1 и 2 типе СД [26].

1.3 Фармакологические свойства биологически-активных веществ, содержащихся в стевии и использование её в медицине

Стевия – растение, богатое на огромное количество уникальных по своим свойствам полезных веществ, которые благоприятно воздействуют на состояние человеческого организма. Главные биологически-активные вещества, которые сделали стевию знаменитой, присутствуют только в ней: стевиозид и ребаудиозиды. Это дитерпеновые гликозиды (то есть к агликонам этих гликозидов присоединены только остатки глюкозы, а не других моносахаридов). Их сладость в 200-400 раз сильнее, чем у сахарозы. Стевиозид выделили в 1931 году французские химики Бридель М. и Лявей Р., его содержание от 4% до 20% от сухого веса растения, ребаудиозидов и других аналогов вдвое меньше.

Стевиозид по своей природе является гликозидом, состоящим из софорозы, глюкозы и стевиола (рис. 2). Свойства стевиозиды представлены в таблице 3.

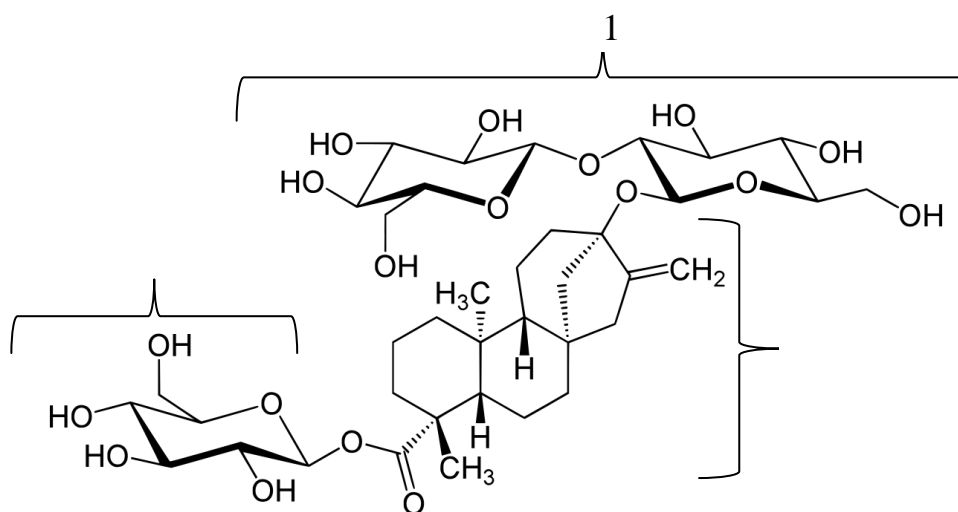


Рис. 2 Структурная формула стевиозиды: 1 – β -D – сафорозил;

2 – β -D – глюкопиранозил; 3 – стевиол

Свойства стевииозид

Свойство вещества	Значение
Эмпирическая формула	$C_{38}H_{60}O_{18}$
Внешний вид	Белые кристаллы
Молекулярная масса	804,87 г/моль
Температура плавления	198°C

В желудочно-кишечном тракте стевииозид распадается на глюкозу и стевииол. Глюкоза, высвобождаемая в этом процессе, используется бактериями в толстой кишке, а не всасывается в кровь. Стевиол не подвергается дальнейшему метаболизму и выводится из организма [8].

При употреблении стевииозид не происходит выброса инсулина в организме, что позволяет существенно снизить дозы инсулина у инсулинозависимых диабетиков. В ходе одного из исследований, которое проводилось на людях, страдающих диабетом, было выявлено, что большая доза (1000 мг) стевииозид может снизить постпрандиальное ППК глюкозы на 18% и оказывает благоприятное воздействие на инсулин: глюкозоинсулиногенный индекс повысился на 40%. Таким образом, стевииозид препятствует развитию гипогликемических и гипергликемических состояний у больных диабетом. Кроме того, в исследованиях отмечается, что стевииозид демонстрирует некоторые признаки фармакологических эффектов у пациентов с артериальной гипертензией или с сахарным диабетом типа 2.

Литературные источники указывают, что при употреблении стевииозид отмечалось понижение активности ферментов печени, которые индуцируются во время диабета. Некоторые из них находятся под непосредственным контролем инсулина за счет механизма

фосфорилирования/дефосфорилирования (глюкозо-6-фосфат, фруктоза-1,6-дифосфат, гексокиназа) [12].

Стевия является хорошим антибактериальным средством [26].

В 2006 году экспериментальное исследование действия данной добавки, проводившееся ВОЗ, показало отсутствие у нее генотоксичности, мутагенного и канцерогенного действия. Но при употреблении продуктов с ней в составе не следует превышать максимально допустимую дозу, равную 4 мг/кг массы тела в сутки. Дополнительное достоинство данного вещества – отсутствие вредного влияния на эмаль зубов [8].

Помимо гликозидов в растении содержатся: витамины группы В, С, Е, А, К, Р, D; микро- и макроэлементы (Mg, Se, Cr, Zn, P, Ca, Cu, K и др.); флавоноиды; оксикоричные кислоты; аминокислоты; хлорофиллы; ксантофиллы; эфирные масла, которые благоприятно влияют на иммунитет и многие системы органов. Стевия применяется для изготовления эфирных масел, настоев, отваров, которые оказывают заживляющее, противовоспалительное, антисептическое действие [30].

Стевиозид и родственные соединения могут проявлять антигипергликемическое, гипотензивное, противовоспалительное, противоопухолевое, противовоспалительное, диспепсические, мочегонное и иммуномодулирующее действия.

Существует и ряд противопоказаний в использовании стевии в пищу. Листы стевии (при дозах выше, чем необходимо для целей подслащивания) обладают гипогликемическим действием. Больные диабетом должны использовать большое количество стевии с осторожностью и контролировать уровень сахара в крови, принимаемые лекарства могут нуждаться в корректировке.

Также листья стевии (при дозах выше, чем необходимо для целей подслащивания) имеют гипотензивное действие (снижает артериальное давление). Людям с низким артериальным давлением и тем, кто принимает

антигипертензивные препараты, следует избегать использования большого количества стевии и контролировать уровень артериального давления.

1.4 Применение стевии в пищевых и медицинских целях

Во многих странах мира – в первую очередь, в Японии, а также Бразилии, Корее, США, Парагвае, Лаосе, Китае, Индонезии, Таиланде и других стевииозид – основной дитерпеновый гликозид стевии, используется как подсластитель в широком спектре продуктов питания: винах, безалкогольных напитках, молочных продуктов, хлебобулочных и кондитерских изделий, а также майонезов, соусов и консервов, плодово-ягодных сиропах, кондитерских изделиях, при производстве зубной пасты, жевательных резинок и косметических продуктов.

В нормативных документах Российской Федерации стевииозид числится как добавка Е 960 – разрешённый пищевой подсластитель. В стевииозиде почти нет калорий. Использование стевииозидов обходится производителям примерно в 4 раза дешевле, чем применение сахара, так как стоимость сырья и количество стевииозидов, необходимое для подслащивания продукта, отличны от использования свекольного или тростникового сахара.

Производители предлагают стевию в различном агрегатном состоянии, и с различной степенью переработки: высушенная листва и порошок из нее; вытяжки из листьев, концентраты. Часто сухой экстракт стевии фасуют в виде саше или таблеток, так как это наиболее удобная форма для ежедневной дозировки. Помимо вышеперечисленных форм, некоторые производители предлагают форму сиропа. Стевия используется как подсластитель для целого ряда пищевых продуктов, так и выпускается отдельно в качестве БАД. Сухой экстракт стевии часто используют в смеси с другими сахарозаменителями – сукралозой, сорбитом, фруктозой. Это

позволяет сохранить привычную дозировку и, в то же время, уменьшить калорийность.

Изучением физических и химических свойств стевиозида активно занимались японские технологи пищевой промышленности. Прежде всего, стевиозид и другие экстракты стевии относительно устойчивы к тепловой обработке по сравнению с другими естественными и синтетическими суперподсластителями. Одно из исследований показало очень низкие уровни разложений при разнообразных условиях кислотности pH (2 – 10). Было также показано, что экстракты стевии не ферментируются и не вносят вклад в реакцию потемнения вареных или печеных продуктов, как многие иные естественные подсластители. Еще одним преимуществом стевии является то, что она не образует осадки в кислотном растворе, то есть может использоваться в производстве газированных безалкогольных напитков. В этом и многих других промышленных применениях экстракты стевии и стевиозида показали себя универсальными подслащивающими компонентами.

Стевиозид отлично подходит для использования в процессах смешивания, в слабокислых средах, в процессах высокотемпературной обработки и может быть внесён в рецептуру на любой стадии.

Допустимая норма суточного потребления стевии составляет между 7,9 мг/кг и 25 мг/кг. Доза 25 мг/кг – максимальная доза, не вызывающая вредного воздействия на здоровье человека, которая была выведена в результате исследования на крысах (более чем за 3 месяца) и хомяках (за несколько поколений). Доза 7,9 мг/кг – оптимальная дневная доза, выведенная в результате исследования на крысах.

Ребаудиозиды А и Е, также содержащиеся в стевии, примечательны тем, что имеют более рафинированный сладкий вкус, чем стевиозид, с меньшим количеством характерного горького остаточного привкуса. В Японии было запатентовано много «рецептов», процессов экстраги-

рования гликозидов стевии, а также комбинаций стевии с подсластителями.

Растущий интерес к продуктам переработки стевии и появление продуктов питания и пищевых добавок на основе стевиозида на российском рынке обуславливают необходимость разработки эффективных методик контроля их качества с использованием современных методов анализа. В связи с неординарными органолептическими свойствами и биологической активностью дитерпеновых гликозидов стевии требуется углублённое изучение физико-химических и биологических свойств данных соединений, а также совершенствование методов обработки растительного сырья и БАД.

Выводы по первой главе

Стевия – кустистая трава из семейства Астровых. Родиной считается Латинская Америка. Растение выращивают на плантациях с целью получения сладких веществ, заменяющих собой традиционный сахар. Производство стевии и продуктов, её содержащих, уже долгое время занимает нишу в международных пищевых и медицинских отраслях. На данный момент стевия доступна потребителю в формах: семян растения, рассады, высушенной травы, концентрата стевиозида в порошкообразном виде, виде таблеток и сиропа.

Стевия, а точнее, действующее вещество – стевиозид используется человечеством в борьбе с широко распространенным заболеванием – сахарным диабетом. Причиной заболевания является дефицит пептидного гормона инсулина, который участвует в усвоении и утилизации глюкозы. Излишнее потребление сахаросодержащих продуктов провоцирует повышение уровня глюкозы в плазме крови, тем самым усугубляя

состояние организма, находящегося в условиях сахарного диабета. По данным литературных источников, стевиозид распадается в желудочно-кишечном тракте на продукты: глюкозу, которая не попадает в кровь, а перерабатывается в толстой кишке и стевиол, который выводится из организма. Подсластители, применяемые во время диеты при СД должны отвечать определенным критериям, таким как: низкая калорийность, сладость аналогичная сахару или превосходящая её, отсутствие влияния на уровень инсулина, на уровень глюкозы в крови, отсутствие влияния на аппетит. Полифенольные соединения листьев стевии также способны блокировать повышение активности ферментов печени при диабете.

Помимо дитерпеновых гликозидов, стевия богата витаминами, флавоноидами, микроэлементами, которые оказывают дополнительные лечебные свойства: анти-гипергликемическое, гипотензивное, противовоспалительное, противоопухолевое, противовоспалительное, диспепсические, мочегонное и иммуномодулирующее.

Преимущества стевиозида, как пищевого подсластителя:

- легко растворяется в продуктах на водной и спиртовой основе;
- имеет высокую стабильность в кислой среде (рН 2 –10);
- не усваивается микроорганизмами, благодаря чему продлевает срок хранения продуктов;
- выдерживает температуру до 198°C;
- не разрушается на свету.

Литературные данные указывают на практически полное отсутствие противопоказаний в использовании стевии в качестве подсластителя, но указано её активное гипогликемическое действие на организм.

ГЛАВА 2 ВЫДЕЛЕНИЕ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИТЕРПЕНОВЫХ ГЛИКОЗИДОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И БАД

2.1 Органолептический анализ стевии и стевиозида в качестве подсластителя

Органолептический (сенсорный) анализ включает оценку вкуса, запаха, консистенции, цвета, формы, размера, внешнего вида и состояния поверхности полуфабрикатов и готовой продукции. Выполняется анализ с помощью органов чувств человека: зрения, обоняния, вкуса. Данный метод анализа не нуждается в специальном оборудовании и дорогостоящих реактивах.

К достоинствам органолептического анализа следует отнести простоту и минимум средств необходимых для его осуществления, этим способом может быть получено первое представление о пищевой ценности и, отчасти, о безопасности производимой продукции. Результаты органолептического анализа всегда являются решающими при определении качественного продукта вне зависимости от его пищевой ценности. Метод играет важную роль для определения отклонений в свойствах продукта при нарушении технологического процесса.

Главным недостатком анализа является невысокий уровень его информативности. Во-первых, продукт, полностью отвечающий по своим органолептическим показателям всем требованиям, не может быть на этом основании признан не только в полной мере обладающий пищевой ценностью, но и просто безопасным для здоровья. Присутствие в его составе некоторых опасных для организма веществ, и отсутствие ряда необходимых соединений, определяющих его ценность невозможно

определить органолептический. Во-вторых, органолептическая оценка состояния продукта носит качественный характер, тогда как окончательное заключение о безопасности для здоровья потребителя или пищевой полноценности, требует количественных показателей [16].

Анализ органолептических показателей стевии как подсластителя пищи производился на трех объектах:

1) сухие листья стевии (сорт «Рамонская сладена», производство Тверской области, торговая марка «Житница Здоровья»);

2) биологически активные добавки – подсластители, содержащие стевиозид (комплексная пищевая добавка – столовый подсластитель «ФитПарад» №7; комплексная пищевая добавка – столовый подсластитель «ФитПарад» №11). Полная характеристика БАД «ФитПарад» №7 и №11 в Приложении 1.

3) БАД 100% концентрат стевиозида (порошок) торговой марки «Артемзия».

Так как наиболее популярное использование данных продуктов подразумевает подслащивание ими чая и других горячих напитков, исследование проводилось на объектах, запаренных в горячей воде (1 – 2 минуты), взятых в одинаковом количестве.

Водный раствор объектов исследования пробовали на вкус и оценивали внешние качества продукта (таблица 4).

Таблица 4

Основные органолептические показатели стевии и стевиозида

Показатели	Сухие листья стевии	БАД № 7	БАД № 11	Концентрат стевиозида
Цвет раствора	Слабо-жёлтое окрашивание	Отсутствие окраски	Отсутствие окраски	Слабо-жёлтое окрашивание
Вкус	Сладкий, травянистый	Сахарно-сладкий	Сахарно-сладкий	Сладкий
Запах	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует	Отсутствует

Наиболее удобным для ежедневного применения является БАД «ФитПарад», фасованный в виде саше. Вкусовой эффект одного пакетика соответствует одной ложке сахара. Концентрированный купленный стевииозид неудобен, так как достаточно сложно определить оптимальное количество порошка, необходимого для нужного подслащивания блюда или напитка. Сухие листья стевии насыщают раствор приятным не приторным вкусом, но для удобства их необходимо удалять из раствора, что занимает дополнительное время готовки.

2.2 Выделение дитерпеновых гликозидов из растительного сырья и их идентификация

2.2.1 Выделение дитерпеновых гликозидов

Для выделения сладких дитерпеновых гликозидов из растительного сырья и БАД, их содержащих был использован метод экстракции.

Экстракция – частный случай процессов массообмена, в которых имеет место переход массы вещества из одной среды в другую. При экстракции осуществляется переход вещества из сырья (отдающая среда) в экстрагент (воспринимающая среда).

В основе экстракции лежат следующие физико-химические и химические процессы:

- на стадии смачивания сырья – капиллярная пропитка, диффузия экстрагента через пористую мембрану высушенной растительной клетки;
- на стадии образования первичного сока – растворение низкомолекулярных веществ и образование растворимых соединений, десорбция и растворение, гидролиз пектиновых веществ, внутриклеточная и внеклеточная диффузия веществ (вымывание);

- на стадии массообмена – молекулярная диффузия, диффузия путем конвекции, мембранная диффузия (диализ веществ через пористую оболочку клетки).

В качестве экстрагента для растительного сырья наиболее часто используются вода и спирты (метанол, этанол).

Несмотря на то, что гликозиды легко выделяются водой, получить чистый препарат суммы гликозидов 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 стевии этанолом [7].

Материалом для экстракции служили: сухое растительное сырье, а также БАД, содержащие стевиозид. В сумме сладких веществ в листьях стевии содержится от 8,2 до 20% от сухой массы листьев по отдельным образцам.

Методика экстракции терпеновых гликозидов этиловым спиртом приведена в Приложении 2.

Масса навески растительного сырья взятого для экстракции – 3 г.

Экстрагент: этиловый спирт 30%.

На выходе получили порошок белого цвета с желтым оттенком, массой 0,16 г.

Выход продукта составил 5,3% от начальной массы навески растительного сырья.

2.2.2 Идентификация выделенных гликозидов и гликозидов БАД

Для качественного определения стевиозида в полученном экстракте, а также купленных БАД, был использован метод тонкослойной хроматографии (ТСХ), как наиболее распространённый метод,

характеризуемый нормальной чувствительностью, селективностью и воспроизводимостью [2].

ТСХ является разновидностью планарной жидкостной хроматографии, в которой подвижная фаза движется в пористой среде плоского слоя сорбента под действием капиллярных сил. Скорость движения вещества определяется соотношением времени его удерживания в потоке элюента и удерживания за счёт сорбции на неподвижной фазе. При движении элюента вдоль плоскости каждая молекула или ион растворённого вещества участвуют в многочисленных актах сорбции и десорбции. В процессе хроматографирования зона каждого вещества проходит характерное расстояние, определяемое его природой. Обычно эти зоны размыты за счёт флуктуации средней скорости движения индивидуальных молекул вдоль пластины (рис. 3).

В соответствии с коэффициентами распределения разделяемые компоненты переносятся подвижной фазы вдоль слоя сорбента, образуя отдельные зоны. Положение каждой зоны характеризуется величиной R_f (rate fraction) – физический смысл которой определяется отношением скорости движения зоны определяемого вещества и элюента [27].

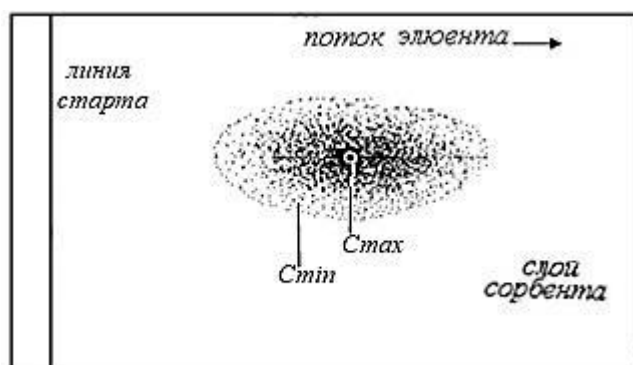


Рис. 3 Размывание пятна в ТСХ; C – концентрация вещества [27]

Качественное определение дитерпеновых гликозидов осуществлялось в двух препаратах:

- Экстракт, полученный в работе 2.2.1;
- БАД «ФитПарад» №7 и №11.

При разработке методики хроматографии было использовано 2 вида систем растворителей (элюента): бутанол – уксусная кислота–вода (4:1:1), этилацетат – изопропанол – н-бутанол – вода (20:12:7:6).

Проявитель: 50% раствор серной кислоты (H_2SO_4). Опрыскивание серной кислотой вызывает образование бурых пятен на хроматограме (рис. 3).

Неподвижная фаза – пластины для тонкослойной хроматографии «Silufol».

Объектом сравнения (контролем) и эталоном величины R_f являлась тонкослойная хроматография купленного концентрата стевиизиды торговой марки «Артемзия» (аналогично на две системы растворителей) (таблицы 5, 6).



Рис. 4 Хроматограммы гликозидов, полученных путем экстракции растительного сырья, с использованием различных систем растворителей

**Хроматографические показатели сладких терпеноидных гликозидов
стевиин в различных системах элюента из вытяжки растительного
сырья**

Система элюента	R _f гликозидов контрольного образца	R _f гликозидов исследуемого образца (экстракта)
Бутанол – уксусная кислота – вода (4:1:1)	0,84	0,84
Этилацетат – изопропанол – н-бутанол – вода (20:12:7:6)	0,78	0,79

Разделение дитерпеновых гликозидов на компоненты (рибаудиозид А и стевиозид) возможно методом ВЭЖХ. Методом тонкослойной хроматографии оказалась возможной идентификация только совокупности сладких терпеноидных гликозидов стевиин.

Таблица 6

**Хроматографические показатели сладких терпеноидных гликозидов
стевиин в различных системах элюента из вытяжки БАД**

Система растворителей	R _f гликозидов контрольного образца	R _f гликозидов исследуемого образца (БАД)
Бутанол – уксусная кислота – вода (4:1:1)	0,84	БАД №7 – 0,88 БАД № 11 – 0,86
Этилацетат – изопропанол – н-бутанол – вода (20:12:7:6)	0,78	БАД №7 — БАД № 11 —

Обе системы растворителей являются эффективными для качественного определения суммы дитерпеновых гликозидов стевиин, выделенной из растительного сырья – листьев стевиин.

Разница в значениях R_f стевиозида исследуемых образцов и контрольного имеет достаточно большую величину. Отсутствие пятна на второй хроматограмме указывает на нежелательность использования данной системы растворителей (этилацетат – изопропанол – н-бутанол – вода (20:12:7:6)) при качественном определении совокупности дитерпеновых гликозидов, выделенных из биологически-активных добавок.

2.3 Количественное определение дитерпеновых гликозидов в экстракте, полученном из растительного сырья

Стевиозид при растворении в воде окрашивает раствор в бледно-желтый цвет, поэтому проанализировав немногочисленные литературные данные по вопросу количественного определения гликозидов, решили произвести исследование методом фотоколориметрии.

Фотометрические методы анализа основаны на избирательном поглощении электромагнитного излучения в видимой и УФ областях спектра (фотоколориметрия, спектрофотометрия). Спектрофотометрия – поглощение полихроматического излучения. Фотоколориметрия – поглощение монохроматического излучения в видимой области спектра, используется для анализа окрашенных растворов. Принцип, лежащий в основе метода – пропорциональная зависимость между светопоглощением и концентрацией анализируемых соединений [7].

Методы анализа, связанные с измерением поглощения света базируются на объединенном законе Бугера-Ламберта-Бера, который устанавливает зависимость между поглощающей способностью исследуемого раствора, концентрацией вещества этого раствора и толщиной поглощающего слоя.

В качестве оборудования классического лабораторного метода исследования был использован однолучевой фотоэлектрический фотометр КФК-3, спектральный диапазон работы которого лежит в области 315-990 нм. Принцип действия фотометра основан на сравнении светового потока, прошедшего через растворитель, по отношению к которому производится измерение светового потока, прошедшего через анализируемый раствор. Фотоприемник преобразует световые потоки в электрические сигналы, которые обрабатываются микро-ЭВМ фотометра и высвечиваются на цифровом табло в виде оптической плотности [3].

Методика эксперимента представлена в Приложении 3.

Для построения градуировочного графика подготовили шкалу из шести водных растворов стевиозида (стевиозид торговой марки «Артемзия») с известной массовой долей стевиозида (%): 1 – 2 – 5 – 8 – 10.

Градуировочный график представлен в Приложении 3.

Длина волны исследуемого образца (вытяжки из растительного сырья) – 0,017нм.

Массовая доля гликозидов в исследуемом образце (экстракте, полученном из растительного сырья) – 0,64 %.

2.4 Расчет количества гликозидов в исследуемом растительном сырье

Основываясь на данных, полученных в предыдущих исследованиях, произвели расчет массы дитерпеновых гликозидов в растительном сырье (сухих листьях стевии торговой марки «Житница Здоровья»).

Расчет производили по формуле (1):

$$X = m \times \eta \times \omega \quad (1)$$

где m – масса навески сухих листьев стевии, взятых для экстракции (3 г);

η – выход экстракта от исходной навески растительного сырья (5,3%);

ω – массовая доля гликозидов, определенная методом фотоколориметрии (0,64%).

$$X = 3\text{г} \times 0,053 \times 0,64 = 0,101 \text{ г.}$$

По результатам лабораторного исследования выявлено, что содержание сладких дитерпеновых гликозидов в сухом растительном сырье – листьях стевии составляет 0,101 г. (в процентах – 3,36%).

Выводы по второй главе

1. Методом экстракции этанолом была выделена смесь сладких терпеновых гликозиды из листьев стевии. Выход экстракта от взятого сырья составил 5,3%.

2. Результаты качественного анализа на предмет присутствия стевиозида, свидетельствует о его наличии в полученном экстракте, а также подтверждают факт присутствия стевиозида в БАД «ФитПарад» №7 и №11. Разделение гликозидов на отдельные виды (рибаудиозид А и стевиозид) не является доступным в данных лабораторных условиях.

Качественное определение стевиозида в БАД невозможно при использовании в качестве элюента системы этилацетат – изопропанол – н-бутанол – вода (20:12:7:6), в то время, как система элюента бутанол – уксусная кислота – вода (4:1:1) показывает оптимальный результат.

3. Водный раствор дитерпеновых гликозидов имеет бледно-желтый цвет. На основании этого факта, методом фотоколориметрии, произвели количественное определение содержания дитерпеновых гликозидов в полученном экстракте – 0,64%.

4. Используя вышеописанные данные, определили содержание сладких дитерпеновых гликозидов в сухом растительном сырье – листьях стевии – 3,36%.

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

3.1 Значение проектной деятельности школьников в условиях реализации ФГОС

Проектно-исследовательская деятельность – деятельность по проектированию собственного исследования, предполагающая выделение целей и задач, выделение принципов отбора методик, планирование хода исследования, определение ожидаемых результатов, оценка реализуемости исследования, определение необходимых ресурсов. Является организационной рамкой исследования.

ФГОС ставит перед проектно-исследовательской деятельностью такие цели, как: приобретение обучающимся функционального навыка исследования как универсального способа освоения действительности, развитие способности к исследовательскому типу мышления, активизация личностной позиции обучающегося в образовательном процессе на основе приобретения субъективно новых знаний [6].

Примерная программа развития универсальных учебных действий при получении среднего общего образования определяет учебно-исследовательскую и проектную деятельность обучающихся как средство совершенствования универсальных учебных действий обучающихся. Таким образом, одной из ведущих технологий в современной школе становится проектная технология, которая предполагает высокую степень самостоятельности, инициативности обучающихся, формирует развитие социальных навыков школьников в процессе групповых взаимодействий.

Задачи проектной деятельности в школе:

- обучение планированию (обучающийся должен уметь четко определить цель, описать основные шаги по достижению поставленной цели, концентрироваться на достижении цели, на протяжении всей работы);
- формирование навыков сбора и обработки информации, материалов (обучающийся должен уметь выбрать подходящую информацию и правильно ее использовать);
- умение анализировать (креативность и критическое мышление);
- умение составлять письменный отчет (обучающийся должен уметь составлять план работы, презентовать четко информацию, оформлять сноски, иметь понятие о библиографии);
- формирование позитивного отношения к работе (обучающийся должен проявлять инициативу, энтузиазм, стараться выполнить работу в срок в соответствии с установленным планом и графиком работы) [5].

К важным положительным факторам проектной деятельности относятся: повышение мотивации обучающихся при решении задач; развитие творческих способностей; смещение акцента от инструментального подхода в решении задач к технологическому; формирование чувства ответственности; создание условий для отношений сотрудничества между учителем и обучающимся.

Анализируя вышеуказанные цели, педагогический акцент в сопровождении проекта должен быть направлен ни на открытие новых научных фактов и доказательство гипотез, а именно на развитие всесторонней личности и закрепление универсальных учебных действий школьником. Метод проектов можно рассматривать как способ достижения дидактической цели через анализ и проработку проблемной

ситуации, которая должна завершиться определённым практическим результатом, обработанным и оформленным.

3.2 Поэтапное сопровождение педагогом исследовательского проекта

Контроль и коррекция педагогом-руководителем должна осуществляться в нескольких направлениях:

- 1) способы выполнения учеником задания (их целесообразность, адекватность, быстрота);
- 2) затруднения, возникающие в процессе работы, и причины, их порождающие;
- 3) самостоятельность ученика (в освоении задачи, выборе способа их решения);
- 4) самоконтроль ученика (его направленность, приемы, эффективность).

Коррекционно-педагогическое сопровождение можно разделить на составляющие: диагностика затруднений у обучающегося; совместное определение коррекционных целей [1]. Предполагается оперативное выявление и решение трудностей, возникающих у обучающихся в процессе создания проекта, установление возможных причин их появления, определение системы мер по их предупреждению и, соответственно, реализацию этих мер.

Детальный анализ поэтапного сопровождения исследовательского проекта проведем на примере работы обучающегося 10 класса – «Определение биологически-активных веществ стевии и БАД, её содержащих», выполненной под контролем педагога-руководителя во время прохождения производственно-педагогической практики на базе МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска».

Поэтапный процесс работы над исследовательским проектом представлен в таблице 7.

Обучающийся, с которым осуществлялась проектная деятельность, обучается в профильном химико-биологическом классе (учебник под редакцией Шумного В.К., Дымшица Г.М.).

Для того чтобы помочь обучающемуся сориентироваться в каком направлении следует искать тему, была проведена беседа, в ходе которой мы выяснили, что работа будет отвечать теме «Обмен веществ и энергии в клетке». Такой выбор обусловлен интересом, который возник в процессе изучения материала на уроках биологии, а также актуальностью данного направления в повседневной жизни.

Для конкретной формулировки конечной темы проекта были подобраны задачи в рамках выбранной тематики, целью которых было заинтересовать обучающегося и побудить его к выбору проблемной, на его взгляд, темы.

Содержание задач предполагает:

- актуализацию материала 8 класса «Анатомия человека: Обмен веществ и энергии»;
- актуализацию материала 10 класса «Общая биология: Углеводы. Нуклеиновые кислоты и АТФ. Обеспечение клеток энергией вследствие окисления органических веществ»;
- актуализацию материала 10 класса «Химия: Углеводы. Моносахариды. Дисахариды и полисахариды. Аминокислоты и белки. Нуклеиновые кислоты. Ферменты. Витамины, гормоны, лекарства».

Примеры заданий:

Задача 1. В клинику обратился пациент Н с жалобами на слабость, постоянную жажду, потерю в весе. Анализ выявил глюкозурию у больного (высокое содержание глюкозы в моче) и гипергликемию (высокое содержание глюкозы в крови). Врач объяснил больному, что его ткани

голодают, и поставил диагноз сахарный диабет. Объясните, какие вещества, поступающие с пищей, выполняют функцию основного источника энергии? Какова роль инсулина в утилизации глюкозы? Почему врач упомянул голодание тканей (как изменяется обмен белков при сахарном диабете)?

Эталон ответа.

1. Углеводы (простые и сложные) являются основным источником энергии для организма. В основном энергия запасается в виде универсального энергоёмкого соединения – АТФ.

2. Инсулин является обязательным участником транспорта глюкозы из крови в клетки (за счет связывания с клеточным рецептором и мобилизации транспортера глюкозы). В клетках же происходят непосредственно процессы утилизации глюкозы (синтез гликогена, гликолиз, пентозо-фосфатный путь). Одновременно инсулин ингибирует глюконеогенез, мобилизацию гликогена. Активно усиливает биосинтез белков.

3. У больных сахарным диабетом резко усиливается глюконеогенез – образование глюкозы из белков и аминокислот. Поэтому необходимо увеличить количество белка в рационе, чтобы на глюконеогенез не расходовались белки организма больного.

Задача 2.

1. Больной сахарным диабетом I типа внезапно потерял сознание (диабетическая кома). Врач знает, что коматозные состояния при сахарном диабете могут проявляться в трех основных формах: кетоацидотической комы (с запахом ацетона изо рта); гиперосмолярной (запаха нет); лактоацидотической (запаха нет, гипотония).

Какие биохимические анализы необходимо провести в лаборатории для точного определения вида комы? Каковы основные способы лечения диабета I типа?

Обоснуйте ответ, для этого вспомните:

1. Биохимическая диагностика сахарного диабета и его осложнений.
2. Назовите общие методы лечения сахарного диабета для человека, не находящегося в коматозном состоянии.

Эталон ответа.

1. Для биохимической диагностики нужно определить содержание глюкозы в крови и моче и кетоновых тел в моче.

2. Основные традиционные методы лечения I типа – это диетотерапия, инсулинотерапия, а также специфические методы лечения осложнений. Компенсация углеводного обмена достигается двумя путями: путём обеспечения клеток инсулином, различными способами в зависимости от типа диабета, и путём обеспечения равномерного одинакового поступления углеводов, что достигается соблюдением диеты.

Благодаря предложенным задачам круг определения темы сузился до вопросов о терапии и лечении сахарного диабета. У обучающегося возник проблемный вопрос: «Какой должна быть диета при диабете, чтобы можно было сохранить привычку употреблять в пищу сладкие продукты, не повышая при этом уровень глюкозы в крови?». Методом обзора научной литературы по этому поводу, для исследовательского проекта была выбрана тема «Определение биологически-активных веществ стевии и БАД, её содержащих».

**Дорожная карта реализации исследовательского проекта
«Определение биологически-активных веществ стевии и БАД, её содержащих»**

Этап работы	Действия обучающегося	Действия наставника	Формируемые УУД
1	2	3	4
Подготовка	Осуществляет выбор направления и темы исследовательского проекта – «Определение биологически-активных веществ стевии и БАД», выдвигает цели, задачи, гипотезу, предполагает результат, к которому должен прийти в ходе работы – «Выделить и определить основные биологически-активные вещества в листьях стевии и в биологически-активных добавках, её содержащих».	Использование проблемных вопросов и ситуационных задач для выбора темы («Каким образом клетка получает энергию? Каков метаболизм глюкозы в организме? Причины возникновения сахарного диабета и его виды? Какие сахарозаменители используются человеком?»); постановка цели, задач, выдвижении гипотез, ознакомление с этапами и структурой проекта, мотивация обучающегося.	<u>Познавательные</u> : осуществлять актуализацию изученной информации; проводить анализ и выборку необходимой информации; <u>Регулятивные</u> : принимать и сохранять учебную задачу; <u>Коммуникативные</u> : уметь формулировать собственное мнение и позицию.

1	2	3	4
Планирование	Работает с источниками информации, чтобы разработать пути решения поставленных задач. Делит работу на промежуточные этапы: экстракция терпеновых гликозидов стевии (Приложение 1), хроматографическое разделение полученных гликозидов (Приложение 2), фотометрическое количественное определение выделенных гликозидов (Приложение 3), орагнолептический анализ растительного сырья стевии и БАД, её содержащих. Определяет время работы на каждом этапе и общие сроки выполнения проекта. Определяет доступные методы работы.	Предоставление списка источников, рекомендуемых к использованию в работе (Приложение 5). Корректировка работы обучающегося, консультация по теоретическим вопросам (химические и физические свойства терпеновых гликозидов) и составлению методик эксперимента (проверка доступности и достоверности, выбранных учеником методов), утверждение методик эксперимента, подготовка реактивов и оборудования для выполнения работы.	<u>Познавательные:</u> уметь добывать новые знания: находить ответы на вопросы, используя учебник, свой жизненный опыт и информацию, полученную на уроке; умение осуществлять синтез как составление целого из частей; умение осуществлять сравнение, сериацию и классификацию; <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.
Реализация проекта	Сбор и анализ информации по объекту проектирования (исследование метаболизма глюкозы в организме человека; исследование метаболизма гликозидов стевии в организме человека; сравнение влияния сахара и стевии на концентрацию глюкозы в крови; анализ использования стевии в	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	<u>Познавательные:</u> умение устанавливать причинно-следственные связи, умение осуществлять синтез как составление целого из частей, анализ информации и её дифференциация в рамках поставленных задач, конкретизация теоретических знаний примерами и расширение жизненного опыта, умение осуществлять технику лабораторной работы.

1	2	3	4
	<p>качестве сахарозаменителя для больных диабетом), проведение лабораторного эксперимента (экстракция, хроматография, фотометрия, органолептический анализ) (Кафедра 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).</p>	<p>(соблюдение техники безопасности при работе с реактивами и лабораторной посудой), осуществление контроля над соблюдением сроков.</p>	<p><u>Регулятивные:</u> осуществлять пошаговый и итоговый контроль по результату; перерабатывать полученную информацию в готовый продукт. <u>Коммуникативные:</u> адекватно использовать речевые средства для решения различных коммуникативных задач; строить монологическое высказывание, владеть диалогической формой речи.</p>
Отчет по проекту	<p>Планирует отчет по полученным результатам, оформляет отчет, формулирует выводы и рекомендации, осуществляет выступление и защиту проекта. Выступление производится как в школьных стенах, так и на городских конкурсах исследовательских проектов, таких как: «Интеллектуалы XXI века», «Человек на Земле».</p>	<p>Предложить школьнику возможную структуру и форму отчета (устный доклад на конференции, стендовый доклад, выступление перед одноклассниками), консультировать обучающегося на счет выступления, произвести оценку выступления.</p>	<p><u>Познавательные:</u> приобретение опыта выступления, составление аргументов, на основе полученных ранее знаний. <u>Регулятивные:</u> планировать свое действие в соответствии с поставленной задачей и условиями ее реализации, в том числе во внутреннем плане. <u>Коммуникативные:</u> уметь оформлять свои мысли в устной форме, строить монологическое высказывание, владеть диалогической формой речи, умение грамотно отвечать на вопросы по теме выступления.</p>

1	2	3	4
Оценка результатов	Проводит самооценку работы (анализирует результаты работы, эффективность методов и этапов, ощущения от процесса проектирования, выступление), 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>: коррекция реального действия и его результата с учетом оценки этого результата самим обучающимся, коллективом, оценка в виде выделения и осознания обучающимся того, что уже усвоено и что ещё нужно усвоить, осознание качества и уровня усвоения, оценка результатов работы.</p> <p><u>Коммуникативные</u>: строить монологическую речь, аргументировать свою точку зрения.</p>

Основными задачами конкурсов, на которые ученик направил свою работу, является: стимулирование интереса к проектно-исследовательской деятельности, интеграция основного и дополнительного образования в рамках реализации ФГОС, формирование исследовательских и проектных компетенций, актуализация и способы решения социальных, технических, биологических проблем общества. Наставник, сопровождающий научный проект, выступает в качестве посредника и наставника в процессе участия обучающегося в конкурсах, а также непосредственно выполняет вышеназванные задачи научных конкурсов. Документы, подтверждающие участие в конкурсах и присуждение призовых мест представлены в Приложении 5.

На этапе оценки результатов был заполнен оценочный лист наставника (Приложение 6). Подробный анализ проделанной работы позволил определить сильные и слабые стороны реализации научно-исследовательского проекта. Успешность реализации общих этапов работы отображены на рисунке 6.

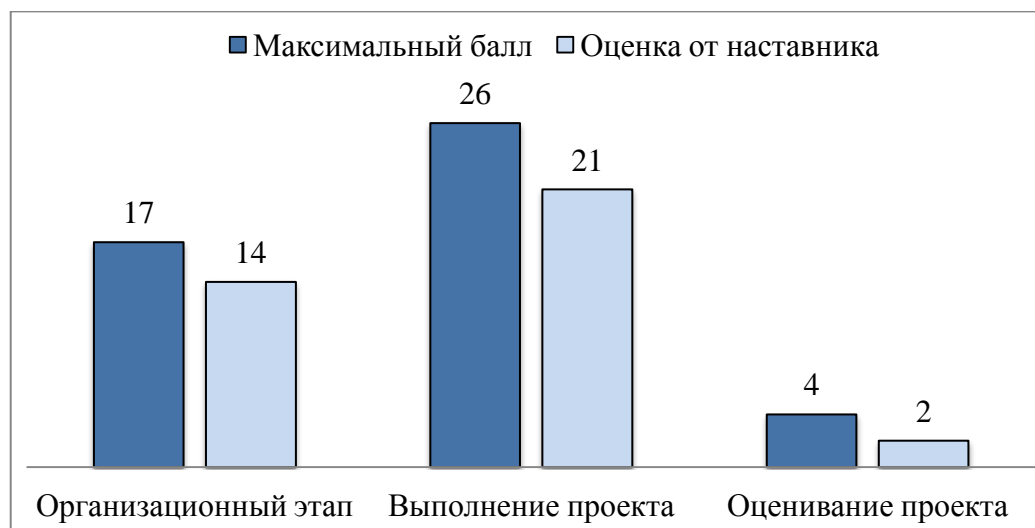


Рис.6 Оценка наставником этапов реализации проекта

Анализируя диаграмму, можно заключить:

- Наиболее успешно обучающийся справился с организационным этапом (82%). Хорошо сформированы навыки поиска и анализа проблемы,

постановки цели проекта, обоснования и осуществление выбора наиболее эффективных способов решения учебных и познавательных задач.

- Хорошие результаты имеет этап непосредственного выполнения проекта (81%). Обучающийся успешно анализирует имеющуюся информацию, выстраивает алгоритм деятельности, работает по своему плану и вносит коррективы в текущую деятельность на основе анализа изменений ситуации.

- Оценивание проделанной работы (рефлексия) имеет 50%-ный успех. Это говорит о недостаточной сформированности умения самостоятельно определять причины своего успеха или неуспеха. Наставнику необходимо более тщательно контролировать и помогать ученику в момент оценки своей работы.

Проектная деятельность отвечает системно-деятельностному подходу в условиях реализации ФГОС, и направлена на формирование у ребенка метапредметных УУД, составляющих основу умения учиться.

В процессе выполнения исследовательского проекта были сформированы познавательные УУД (77%), регулятивные УУД(70%), коммуникативные(100%).

Выводы по третьей главе

Предложенная схема реализации исследовательского проекта объединяет цель, деятельность и результат образовательного процесса, что в целом удовлетворяет требованиям реализуемого во ФГОС системно – деятельностного подхода.

Методы, задействованные в представленном сопровождении проектно-исследовательской деятельности, направлены на формирование различного рода универсальных учебных действий, которые, в свою

очередь, обеспечивают всестороннее развитие личности и конкурентоспособность обучающегося в «умении учиться».

Тематика исследования соответствует тематическому плану по биологии в 10 классе, а благодаря подобранным ситуационным задачам в рамках тематики «Обмен веществ и энергии в клетке» была успешно определена формулировка названия проекта. В процессе исследования обучающемуся удалось углубиться в данную конкретную тему, осознать её и сопоставить с материалом, изучаемым на уроках.

Во время реализации данного проекта с обучающимся, были проработаны все вышеуказанные этапы, причем преобладающая часть работы была направлена непосредственно на развитие навыков ребенка.

Важным компонентом в подобной проектно-исследовательской деятельности является убеждение ребенка в том, что он самостоятельно реализовал и раскрыл проблемную тему. Знания, полученные в ходе работы, воспринимаются обучающимся как итог собственных исследований, в более качественной форме. Значительно увеличивается заинтересованность обучающегося в образовательном процессе, и, как следствие, повышение качества образования в целом.

Оценка наставником проделанной работы свидетельствует об успешном прохождении школьником организационного этапа и этапа выполнения проекта. Но результат этапа рефлексии менее успешен, что свидетельствует о необходимой помощи и поддержке наставником ученика на этом этапе.

Сформированность познавательных УУД составляет 77%, регулятивных УУД – 70%, коммуникативных УУД – 100%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Стевия медовая – многолетний кустарник семейства Астровые южноамериканского происхождения, который используется людьми уже более 1500 лет в качестве натурального подсластителя пищи. На сегодняшний день экстракты стевии повсеместно заполняют магазины здорового питания. Они используются либо индивидуально, либо в композициях с другими средствами для подслащивания блюд и напитков. Листья стевии, экстракты из листьев применяют как для профилактики сахарного диабета, так и в комплексной терапии заболевания. Использование стевии в качестве подсластителя не усугубляет нарушенный обмен веществ, а при длительном использовании даже повышает глюкозоинсулиновый индекс, предупреждая развитие гипогликемического и гипергликемического состояний. Стевиозид нетоксичен, низко калориен, устойчив тепловой обработке и в широком диапазоне значений pH. Помимо этого, многие компоненты, входящие в состав травы стевии, обладают дополнительными фармакологическими эффектами.

Используя вышеуказанные данные, методическую часть работы осуществили поэтапным педагогическим сопровождением исследовательского проекта ученика 10 класса МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска» – «Определение биологически-активных веществ стевии и БАД, её содержащих». Для подробного изучения проблемы, обучающийся актуализировал знания: 8-го класса – Анатомии человека, 10-го класса – Общей биологии и Химии. Решение тематических ситуационных задач позволило обучающемуся выделить актуальную на его взгляд проблему и сформулировать тему проекта, а также наметить план выполнения проекта.

Анализируя выполненную работу, подвели итоги и сформулировали выводы.

1. Уникальное строение стевиозида определяет отсутствие влияния на уровень инсулина и уровень глюкозы в крови, так как, попав в организм человека, стевиозид не вступает в метаболические превращения, а выводится из организма. Функция подслащивания пищи выполняется в полной мере, обеспечивая поддержание качества жизни людей, больных сахарным диабетом.

2. Органолептические показатели растворов листьев стевии и готовых БАД позволяют подобрать оптимальный способ использования подсластителя. Запаренные листья: вкус раствора травянистый, имеет умеренную сладость. Использование готовых порошковых БАД более универсально и удобно в повседневной жизни, причем сладость раствора подобна сахарной сладости.

3. Методом экстракции этиловым спиртом нами были выделены дитерпеновые гликозиды из сухих листьев стевии. Метод хроматографии подтвердил присутствие в них интересующего гликозида – стевиозида.

4. Хроматограммы, полученные при идентификации дитерпеновых гликозидов растительного сырья можно считать достоверными в используемых системах растворителей (хроматография со свидетелем). Хроматограммы гликозидов, выделенных из БАД, имеют существенное расхождение с контрольным образцом, что, вероятно, обусловлено присутствием примесей в полученном экстракте. Следовательно, методика экстрагирования дитерпеновых гликозидов из БАД требует дальнейшей доработки.

5. Количественное определение, осуществленное методом спектрофотометрии, позволило рассчитать процент выделения гликозидов из растительного сырья – 3,36%. Литературные источники указывают на большее содержание сладких веществ в листьях растения (5 – 8%), что может быть обусловлено расхождением в фенофазе исследуемых растений,

недостаточно высокой степенью экстракции, особенностями исследуемого сорта.

6. В ходе работы осуществлено сопровождение проектно-исследовательской деятельности ученика 10 класса МБОУ «СОШ №121 г. Челябинска». Оценка реализации проекта показала хорошие результаты работы на подготовительном этапе и этапе непосредственного выполнения проекта, а также сформированность познавательных УУД – 77%; регулятивных УУД – 70%; коммуникативных УУД – 100%. Ученический проект был представлен конкурсах научно-исследовательских проектов городского и регионального уровней, где занял второе место.

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. – М.: Просвещение, 2011. – 159с.
2. Белова, Т.Г. Исследовательская и проектная деятельность учащихся в современном образовании [Текст] / Т.Г. Белова // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. – 2008. – №76(2). – С. 30-35.
3. Белоус, В.Е. Развитие зародышей стевии в естественных и искусственных условиях [Текст] / В.Е. Белоус, Н.А. Олейник, Р.Г. Бердышев, С.Л. Анишин. – Киев: Изд. ВНИС, 1990. – 96 с.
4. Бондарев, Н.И. Дитерпеновые гликозиды в интактных растениях и культурах *in vitro* [Текст] / Н.И. Бондарев. – Орел: Орлов. гос. ун-т, 2011. – 48 с.
5. Брославская, Т.Л. Организация учебно-исследовательской и проектной деятельности обучающихся в условиях реализации ФГОС ООО [Текст] / Т. Л. Брославская // Молодой ученый. – 2015. – №2.1. – С. 5-6.
6. Букреева, И. А. Учебно-исследовательская деятельность школьников как один из методов формирования ключевых компетенций / И.А. Букреева, Н.А. Евченко // Молодой ученый. – 2012. – №8. – С. 309-312.
7. Верзилина, Н.Д. Стевия в Центральном Черноземье [Текст] / Н. Д. Верзилина. – Воронеж: Воронежский ГАУ, 2013. – 212 с.
8. Георгиевский, В.П. Биологически активные вещества лекарственных растений [Текст] / В.П. Георгиевский. – Новосибирск: Наука, 2001. – 216 с.
9. Дедов, И.И. Эндокринология [Текст] / И.И. Дедов, Г.А. Мельниченко, В.В. Фадеев. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2007. – 432 с.

10. Зубцов, В.А. Анализ выделенной смеси дитерпеновых гликозидов из растения *Stevia rebaudiana* методом тонкослойной хроматографии [Текст] / В.А. Зубцов, Л.Л. Осипова, Е.И. Милородова, С.С. Рясинский. – Уфа: Уфим. нефт. ин-т. 1993. – 153 с.

11. Зубцов, В.А. Метод выделения смеси дитерпеновых гликозидов из растения *Stevia rebaudiana* [Текст] / В.А. Зубцов, Е.И. Милородова, Л.Л. Осипова, С.Г. Плетнева. – Уфа: Уфим. нефт. ин-т. 1993. – 89 с.

12. Зубцов, В.А. Стевиозид – дитерпеновый гликозид из растения *Stevia*, его структура и биологическая роль [Текст] / В.А. Зубцов, С.Г. Плетнева, Л.Л. Осипова, Е.И. Милородова. – Уфа: Уфим. нефт. ин-т. 1993. – 88 с.

13. Кедик, С. А. Сладкие дитерпеновые гликозиды стевии [Текст] / С. А. Кедик, Н.А.Януль, С.В. Фёдоров // Питание и здоровье. Биологически активные добавки. – 2002. – № 8. – С. 42-44.

14. Клейменов, Д.В. Биохимия сахарного диабета: учебное пособие [Текст] / Д.Я. Клейменов, В.Н. Сапёров, Е. . Катанов. – Чебоксары: Изд-во Чувашского ун-та, 2009. – 257 с.

15. Кедик, С.А. Контроль содержания стевиозида в растительном сырье методом ВЭЖХ и ТСХ [Текст] / С.А. Кедик, С.В. Федоров, Н.А. Януль, Л. В. Прохорова, Е. В. Смирнова, А.В. Панов // Химико-фармацевтический журнал. – 2003. – Т. 37, № 10. – С. 19-22.

16. Кузьмина, С.С. Методы исследования свойств сырья и готовой продукции [Текст] / С.С. Кузьмина, А.С. Захарова. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. – 103 с.

17. Курдюков, Е. Е. Макро- и микроморфологические особенности листьев стевии Ребо *Stevia rebaudiana* Bertoni при интродукции в Среднем Поволжье [Текст] / Е.Е. Курдюков, Е.Ф. Семенова // Научные ведомости Белгородского государственного университета. – 2017. – №26. – С. 137-145.

18. Ляховкин, А.Г. Стевия – медовая трава: Растение лекарственное и пищевое в вашем доме [Текст] / А.Г. Ляховкин, А.П. Николаев, В.Б. Учитель. – СПб., 1999. – 96 с.
19. Нечаев, А.П. Пищевые добавки [Текст] / А.П. Нечаев, А.А. Кочеткова, А.Н. Зайцев. – М.: Колос, 2002. – С. 138-139.
20. Рудаков, О.Б. Контроль стевиозида в сырье методом высокоэффективной жидкостной хроматографии [Текст] / О.Б. Рудаков, Н. Д. Верзилина, С. В. Федоров, К. К. Полянский // Молочная промышленность. – 2004. – № 7. – С. 54-55.
21. Северин, Е.С. Биохимия с упражнениями и задачами [Текст] / Е.С. Северин, А.И. Глухов, В.А. Голенченко и др. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 448 с.
22. Северин, Е.С. Биологическая химия [Текст] / Е.С. Северин, Т.Л. Алейникова, Е.В. Осипов, С.А. Силаева. – М.: ООО «Медицинское информационное агентство», 2008. – 364 с.
23. Семенова, Е.Ф. Об антимикробном действии стевии Ребо [Текст] / Е.Ф. Семенова, А.С. Веденева, Т.И. Фролова // Актуальные проблемы медицинской науки и образования: труды II межрегиональной научной конференции. – Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ, 2009. – С. 227-228.
24. Сидакова, Т.М. Определение острой токсичности водного и спиртового извлечений травы мяты длиннолистной [Текст] / Т.М. Сидакова, О.И. Попова, Л.А. Саджая, Е.О. Сергеева // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. – 2011. – Т. 9, № 5. – С. 13-15.
25. Ситничук, И.Ю. Разработка эффективного способа выделения суммы дитерпеновых гликозидов из *stevia rebaudiana bertonii* [Текст] / И.Ю. Ситничук, Е.Н. Стрижева, А.А. Ефремов, Г.Г. Первышина // Химия растительного сырья. – 2002. – №3. – С. 73-75

26. Слесаренко, Д.Д. Биохимические основы развития сахарного диабета, методы профилактики данного заболевания / Д.Д. Слесаренко // Естественные науки: сб. ст. по мат. XI междунар. студ. науч.-практ. конф. – 2010. – № 4(39). – Режим доступа: sibac.info/archive/nature, свободный. – Загл. с экрана.

27. Сумина, Е.Г. Тонкослойная хроматография. Теоретические основы и практическое применение [Текст] / Е.Г. Сумина, С.Н. Штыков, В.З. Угланова, Н.В. Кулакова. – Саратов: Кафедра аналитической химии и химической экологии Института химии. 2012. – С. 9.

28. Тохсырова, Т.М. Определение фенольных соединений травы мяты длиннолистной [Электронный ресурс] / Т.М. Тохсырова, О.И. Попова // Фармация. – 2009. – № 1. – С. 24-25. – Режим доступа: <http://www.fesmu.ru/elib/Article.aspx?id=196752>, свободный. – Загл. с экрана.

29. Федеральный закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (Собрание законодательства Российской Федерации, 2012, N 53, ст. 7598; 2013, N 19, ст. 2326) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://legalacts.ru/doc/273_FZ-ob-obrazovanii/ (дата обращения 02.03.2019), свободный. – Загл. с экрана.

30. Федоров, С.В. Разработка метода выделения сладких дитерпеновых гликозидов стевии и анализ полученных экстрактов [Текст] / С. В. Федоров, С. А. Кедик, Н. А. Лнуль // Биологически активные добавки к пище и проблемы оптимизации питания: материалы VI Междунар. симпозиума. – Сочи, 2002. – С. 266.

31. Lemus-Mondaca, R. Stevia rebaudiana Bertoni, source of a high-potency natural sweetener: A comprehensive review on the biochemical, nutritional and functional aspects / R. Lemus-Mondaca, A. Vega-Galvez, L. Zura-Bravo, Ah-Hen. Kong // Food Chemistry. – 2012. – Vol. 132 (3). – P. 1121-1132.

32. Madan Swati. *Stevia rebaudiana* (Bert.) Bertoni A Review / Swati Madan, Sayeed Ahmad, G. N. Singh, Kanchan Kohli, Yatendra Kumar Raman Singh and Madhukar Garg // *Indian Journal of Natural Products and Resources*. – 2010. – Vol. 1 (3). – P. 267-286.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Экстракция терпеноидов из растительного сырья

Сухую траву стевии измельчают до размеров частиц 5-10 мм в течение 20-30 минут. Измельченное сырье помещают в экстрактор и добавляют необходимое количество экстрагента для проведения экстракции компонентов травы стевии, в том числе сладких веществ.

Экстрагирование измельченного сырья проводят в 3-4 стадии 20-30% раствором этилового спирта при соотношении сырья и раствора 1:15-20 при температуре 30-40°C в течение 2-4 часов в каждой стадии.

Полученные экстракты фильтруют через сито с размером ячеек не более 0,3, при этом осадок отжимают, а экстракты с каждой стадии объединяют.

Сгущение смеси экстрактов проводят на вакуум-выпарной установке при температуре 50-60°C до консистенции сиропа до содержания сухих веществ 40-50%. Полученный сироп далее сушат в сублимационной сушилке для получения экстракта в виде порошка с остаточной влажностью 5-6%.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Качественное определение стевиозида методом тонкослойной хроматографии

В работе было использовано 2 вида систем растворителей: бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:1), этилацетат – изопропанол – н-бутанол – вода (20:12:7:6).

Хроматограмма проявляется 50 %-ным раствором серной кислоты.

В качестве сорбента использовали металлические пластины «Silufol» (Чехия).

Микропипеткой наносили водный раствор экстракта на линию старта, после чего помещали пластины в хроматографические колонки с разными системами растворителей. По истечении 30 минут элюат прекратил подниматься, мы зафиксировали фронт растворителя. Числовые данные позволили рассчитать фактор удерживания (R_f) по формуле (2):

$$R_f = \frac{a}{b} \quad (2)$$

где a – расстояние от точки нанесения пробы до центра пятна, характеризующего зону адсорбции;

b – расстояние от линии старта до линии фронта элюента.

Параллельно хроматографированию вытяжки, нами была поставлена бумажная хроматография уже готового порошка стевиозида (аналогично: на 2 системы растворителей), приобретенного в магазине. Полученная хроматограмма позволила определить достоверность значения R_f стевиозида в используемых нами системах растворителей.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3**Количественное определение дитерпеновых гликозидов методом фотоколориметрии**

Готовим растворы с заданной массовой долей стевиозида (водный раствор): 1 – 2 – 5 – 8 – 10 %.

Измеряем оптическую плотность в кюветах толщиной 1 см при длине волны равной 450 нм, по отношению к дистиллированной воде.

Градуировочный график строят в координатах оптическая плотность (ось ординат) – массовая доля стевиозида (ось абсцисс) (%).

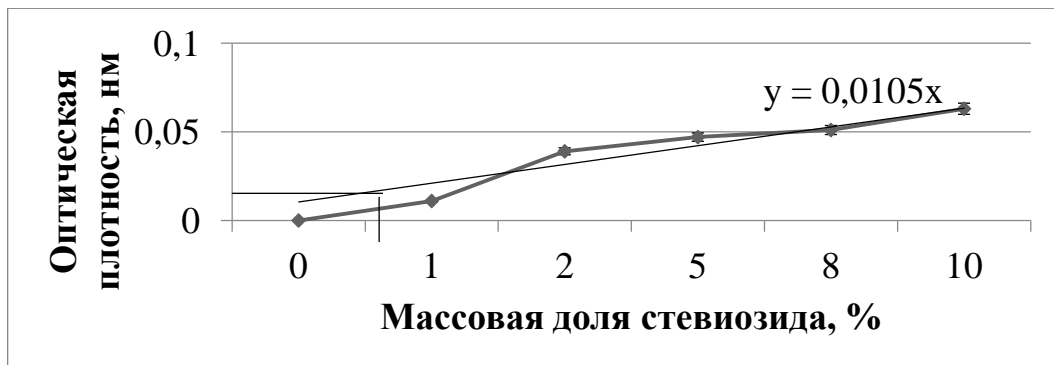


Рис. 6 Градуировочный график для определения содержания гликозидов в экстракте



Рис. 7 Этап количественного определения дитерпеновых гликозидов методом фотоколориметрии

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Состав и характеристика исследуемых БАД

1. Комплексная пищевая добавка – столовый подсластитель «ФитПарад» №7.

Состав продукта: эритрит – подсластитель сахароспирт, сукралоза – непитательный подсластитель, стевиозид – непитательный подсластитель.

Энергетическая ценность на 100 г: 0 кКал/0 Дж

Пищевая ценность: белки – 0 г, жиры – 0 г, углеводы – 0 г

Рекомендации по применению: 1 г смеси «ФитПарад» №10 заменяет 10 г сахара.

2. Комплексная пищевая добавка – столовый подсластитель «ФитПарад» №11.

Состав продукта: инулин – растительный полисахарид, сукралоза – непитательный подсластитель, стевиозид – непитательный подсластитель.

Энергетическая ценность на 100 г: 203,0 кКал / 850 Кдж.

Пищевая ценность: белки – 0 г, жиры – 0 г, углеводы – 94,5 г., в т.ч. пищевые волокна (инулин) – 86,5 г; моно и дисахариды – 8,0 г.

Рекомендации по применению: 1 г столового подсластителя «ФитПарад» №11 заменяет 10 г сахара.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5**Рекомендуемые источники для исследовательского проекта**

1. Белоус, В.Е. Развитие зародышей стевии в естественных и искусственных условиях [Текст] / В.Е. Белоус, Н.А. Олейник, Р.Г. Бердышев, С.Л. Анишин. – Киев: Изд. ВНИС, 1990. – 96 с.
2. Георгиевский, В. П. Биологически активные вещества лекарственных растений [Текст] / В.П. Георгиевский. – Новосибирск: Наука, 2001. – 216 с.
3. Гиляров, М.С. Биологический энциклопедический словарь / М.С. Гиляров, А.А. Баев, Г.Г. Винберг. – М.: МосИз, 1986. – 831 с.
4. Зубцов, В.А. Анализ выделенной смеси дитерпеновых гликозидов из растения *Stevia rebaudiana* методом тонкослойной хроматографии [Текст] / В.А. Зубцов, Л.Л. Осипова, Е.И. Милородова, С.С. Рясинский. – Уфа: Уфим. нефт. ин-т. 1993. – 153 с.
5. Зубцов, В.А. Метод выделения смеси дитерпеновых гликозидов из растения *Stevia rebaudiana* [Текст] / В.А. Зубцов, Е.И. Милородова, Л.Л. Осипова, С.Г. Плетнева. – Уфа: Уфим. нефт. ин-т. 1993. – 89 с.
6. Зубцов, В.А. Стевиозид – дитерпеновый гликозид из растения *Stevia*, его структура и биологическая роль [Текст] / В.А. Зубцов, С.Г. Плетнева, Л.Л. Осипова, Е.И. Милородова. – Уфа: Уфим. нефт. ин-т. 1993. – 88 с.
7. Корепанова, Е.А. Действие три-терпеновых гликозидов на ионную проницаемость холестеринсодержащих бислойных липидных мембран / Е.А. Корепанова, А.М. Попов, М.М. Анисимов. – М.: МосМед. 1980. – 252 с.
8. Ляховкин, А.Г. Стевия – медовая трава: Растение лекарственное и пищевое в вашем доме [Текст] / А.Г. Ляховкин, А.П. Николаев, – СПб.: Учитель. 1999. – 96 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Таблица 8

Оценочный лист наставника исследовательского проекта

Этапы	Код	Критерии	Макс. балл	Оценка от наставника
1	2	3	4	5
1.Организационный			17	14
1.1. Определение темы проекта	2.1.2 (РУУД)	- не сформировано умение идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему; - формирует умение идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему с помощью наставника; - формирует умение идентифицировать собственные проблемы и определять главную проблему.	0 1 2	2
	2.1.1 (РУУД)	- не анализирует существующие и не планирует будущие образовательные результаты; - анализирует существующие и планирует будущие образовательные результаты с помощью наставника; - анализирует существующие и планирует будущие образовательные результаты самостоятельно.	0 1 2	
1.2. Поиск и анализ проблемы	2.1.3 (РУУД)	- не выдвигает версии решения проблемы, не формулирует гипотезы, - выдвигает версии решения проблемы, формулирует гипотезы с помощью наставника; - выдвигает версии решения проблемы, формулирует гипотезы, предвосхищает конечный результат самостоятельно	0 1 2	1
	1.3.2 (ПУУД)	- не умеет осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков; - умеет осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков с помощью наставника;	0 1	1

1	2	3	4	5
		- умеет осуществлять анализ на основе самостоятельного выделения существенных и несущественных признаков.	2	
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	2
	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	2

1	2	3	4	5
	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.	0 1 2	2
2.Выполнение проекта			26	21
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	1
	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;	0 1	1

1	2	3	4	5
		- объединяет предметы и явления в группы по определенным признакам, сравнивает, классифицирует и обобщает факты и явления самостоятельно.	2	
2.2.Сбор и 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	2
	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	1
	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	2	3	4	5
	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
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	2
	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	2
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	2

1	2	3	4	5
	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	1
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; - оценивает продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности.	0 1	1
	2.4.6 (РУУД)	- не фиксирует динамику собственных образовательных результатов. - фиксирует и анализирует динамику собственных образовательных результатов.	0 1	0
3.Оценивание проекта			4	2
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; - оценивает продукт своей деятельности по заданным и/или самостоятельно определенным критериям в соответствии с целью деятельности.	0 1	0
3.2.Оценка качества выполнения проекта	2.5.4 (РУУД)	- не определяет причины своего успеха или неуспеха и находит способы выхода из ситуации неуспеха; - самостоятельно определяет причины своего успеха или неуспеха и находит способы выхода из ситуации неуспеха.	0 1	1
	2.5.5 (РУУД)	- не определяет, какие действия по решению учебной задачи или параметры этих действий привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности; - ретроспективно определяет, какие действия по решению учебной задачи или параметры этих действий привели к получению имеющегося продукта учебной деятельности.	0 1	0

Окончание таблицы 8

1	2	3	4	5
	3.2.10 (КУУД)	-не делает оценочного вывода о цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и не обосновывает его; - делает оценочный вывод о достижении цели коммуникации непосредственно после завершения коммуникативного контакта и обосновывает его.	0 1	1

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

Дипломы участия школьника в конкурсах проектов



Рис. 8 Диплом III степени победителя региональной научно-практической конференции школьников по биологии ЧелГУ



Рис. 9 Диплом участника региональной научно-практической конференции школьников по биологии ЧелГУ



Рис. 10 Диплом участника городской научно-практической конференции «Человек на Земле»