

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКОВ БЕЛКОВ И ЖИРОВ НАСЕКОМЫХ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ НЕГАТИВНОГО ВЛИЯНИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.**

**Троянова Д.В.** (Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение «Средняя общеобразовательная школа «Сертоловский центр образования №2»),

**Научный руководитель – учитель химии Михеева Э.Ю.**

(Муниципальное общеобразовательное бюджетное учреждение «Средняя общеобразовательная школа «Сертоловский центр образования №2»)

Исследование посвящено количественному определению белков и жиров в различных насекомых, способных заменить традиционные источники и снизить нагрузку на климатическую систему и водные ресурсы при их производстве. Проведен сравнительный анализ углеродного и водного следов и химический эксперимент.

**Введение.**

С ростом населения планеты, увеличивается количество экологических, социальных, экономических проблем. На 2019 год согласно статистики ООН голодает почти 1 млрд человек.

Согласно Целям устойчивого развития до 2030 года «Ликвидация голода» - одна из приоритетных задач, которую решать традиционными методами не целесообразно. Решение проблемы голода традиционными методами сопряжено с рисками деградации экосистем и изменением климата. Согласно данным, спрос на мясо и молоко к 2050 году вырастет на 73% и 58% соответственно. Но парадокс в том, что спрос безгранично растет, а ресурсы нашей планеты ограничены, и не в состоянии полностью удовлетворить потребности растущего населения. В связи с ухудшением положения нужно искать методы, которые будут более экологически безопасными и устойчивыми в производстве и потреблении.

Одним из самых выгодных решений будет поиск субститута животному белку. С этой задачей превосходно справятся насекомые - один из самых выгодных, экологичных и безотходных продуктов питания.

Актуальность выбранной темы заключается в возрастании количества продуктов питания с использованием насекомых. Это направление является перспективным для решения проблемы голода и повышения качества белковой продукции.

Гипотеза исследования состоит в предположении, что насекомые содержат достаточное количество белка и жира, их выращивание может быть целесообразнее и безопаснее для окружающей среды, чем традиционные источники.

Объекты исследования: личинки большого мучного хруща (*Tenebrio molitor*), личинки разной стадии Чёрной львинки (*Hermetia illucens*), имаго сверчка бананового (*Gryllus locorojo*), курица домашняя (*Gallus gallus domesticus*), бык домашний (*Bos taurus taurus*)

Предмет исследования: содержание белка и жира в объектах исследования, а также сравнение водного и углеродного следа при выращивании данных источников белка.

Цель исследования: сравнить возможность использования в качестве источника белка и жира личинок большого мучного хруща (*Tenebrio molitor*), сверчка домашнего (*Acheta domesticus*), курицы домашней (*Gallus gallus domesticus*), быка домашнего (*Bos taurus taurus*), а также сравнить водный и углеродный след выращивания традиционных источников белка и возможных аналогов.

Для достижения цели мы поставили следующие задачи:

1. Выделить пригодных для употребления в пищу насекомых;
2. Определить содержание белка и жира в личинках большого мучного хруща (*Tenebrio molitor*), личинках разной стадии Чёрной львинки (*Hermetia illucens*), имаго сверчка

- бананового (*Gryllus locorojo*), курицы домашней (*Gallus gallus domesticus*), быка домашнего (*Bos taurus taurus*) с помощью химического анализа;
3. Проанализировать данные химического эксперимента;
  4. Сравнить водный и углеродный след различных источников белка.

### Основная часть.

Химический анализ источников белка осуществляется в лаборатории Всероссийского научно-исследовательского института пищевых добавок (ФНЦ Пищевых систем им. В.М.Горбатова РАН). Перед началом химического анализа источники белка были высушены в дегидрататоре, измельчены и экстрагирован жир. Экстракция жиром выполнена кипячением с гексаном. Количественное определение белка проводилось методом Лоури.

Метод основан на образовании окрашенных продуктов ароматических аминокислот с реактивом Фолина в сочетании с биуретовой реакцией на пептидные связи. Метод характеризуется высокой чувствительностью (10 — 100 мкг белка в пробе). Интенсивность окраски комплекса, пропорциональна количеству белка в исследуемой пробе, измеряется спектрофотометрически.

Реактивы:

Реактив №1: 2 %-й раствор  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  в 0,1 н. растворе NaOH.

Реактив №2: 0,5 %-й раствор  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  в 1%-м цитрате натрия.

Реактив №3 готовится непосредственно перед работой: 15 мл реактива 1 + 0,3 мл реактива 2.

Реактив №4 Реактив Фолина — Чокальтеу специально готовят в НИИ пищевых добавок.

Реактив №5: стандартный раствор белка, содержащий 0,25 мг в 1 мл раствора.

Реактив №6: раствор белка концентрации X.

Оборудование: пробирки; кюветы, спектрофотометр.

Ход работы:

Используя стандартный раствор белка и дистиллированную воду в 4 пробирках готовят растворы белка различной концентрации. Пятая проба не содержит белка и служит контролем на реактивы. В шестую пробирку помещают 0,4 мл раствора белка неизвестной концентрации-X.

Во все пробирки добавляем по 2 мл реактива №3, смесь тщательно перемешивается. Через 10 мин добавляют 0,2 мл реактива №4 Фолина-Чокальтеу. Интенсивность развившейся окраски измеряют спектрофотометрически. Измеряют оптические плотности каждого из этих растворов.

Пользуясь калибровочной кривой, определяют неизвестную концентрацию белка в исследуемом растворе, соответствующую измеренному значению оптической плотности. Также содержание белка можно найти по формуле Калькара на основе данных определения оптической плотности при 280 и 260 нм:

Содержание белка =  $1,45 \cdot \lambda_{280} - 0,74 \cdot \lambda_{260}$  (мг/мл).

Анализ водного следа продукта – это общий объем пресной воды, использованный для производства, суммированный по различным этапам производственной цепочки. Водный след продукта относится не только к общему объему использованной воды; это также относится к тому, где и когда используется вода. Сеть Water Footprint Network ведет глобальную базу данных о водном следе продуктов: WaterStat. Данные по водному следу взяты из базы.

Анализ углеродного следа – совокупность всех выбросов парниковых газов, произведенных прямо и косвенно продуктом. Данные по углеродному следу взяты из базы Food Carbon Emission Calculator.

В 100г продукта больше белка содержится в альтернативных источниках, чем в традиционных. Самый низкий результат у говядины, наибольшее количество белка (56-64г) содержится в сверчке и львинке. Больше всего экстрагировано жира было из черной львинки. Сравнительный анализ водного следа показывает целесообразность перехода на белок, полученный из насекомых, т.к. затраты воды при выращивании насекомых и получении

белка значительно меньше, чем у говядины. Водный след для выращивания куриц немного выше, чем у насекомых, но при выращивании куриц есть риск эвтрофикации ближайших водоемов, если стоки недостаточно очищаются. При выращивании личинок насекомых можно дополнительно получить биогумус. Переход на белок из насекомых позволит снизить потребление водных ресурсов в сельском хозяйстве, снизить негативное влияние на водные объекты. Углеродный след при производстве насекомых значительно ниже, чем у птицы и, особенно, скота. Внедрение технологии получения белка и жира из насекомых позволит снизить выбросы парниковых газов в атмосферу и влияние на климатическую систему.

#### **Выводы.**

1. Благодаря литературным источникам были выделены наиболее подходящие для выращивания и употребления в пищу насекомые: сверчки банановые, личинки чёрной львинки, личинки мучного хруща.
2. Проведен сравнительный анализ водного следа объектов исследования. Водный след насекомых ниже традиционных источников белка.
3. Проведен сравнительный анализ углеродного следа, при выращивании насекомых выделяется меньше парниковых газов, чем при выращивании птицы и скота.
4. Химический анализ количественного определения белка и жира в насекомых также показал высокую ценность альтернативных источников.