

БИОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БИОМАССЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ CHLORELLA VULGARIS SP2 В КАЧЕСТВЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ДЛЯ ПТИЦЫ

Бекназарова Хуринисо Улыгбек кызы

Ташкентский государственный технический университет имени

Ислама Каримова 38-м-24 группа Магистр

***Аннотация:** В исследовании изучен биохимический состав биомассы микроплодороды *Chlorella vulgaris sp2* и ее потенциал в качестве кормовой добавки для домашней птицы. Исследование сосредоточено на содержании питательных веществ, включая белки, липиды, углеводы и необходимые минералы, и оценивает их влияние на здоровье и продуктивность птицы. Результаты показывают, что *Chlorella vulgaris sp2* может служить устойчивой и богатой питательными веществами кормовой добавкой для улучшения показателей роста птицы и общего состояния здоровья.*

***Ключевые слова:** Хлорелла обыкновенная, корм для домашней птицы, микроводоросли, биохимический состав, экологически чистый корм, анализ питательных веществ.*

Растущий мировой спрос на продукцию птицеводства оказывает значительное давление на ресурсы кормов. Традиционные корма для птицы, в основе которых в основном соевый шрот и рыбная мука, сталкиваются с такими проблемами, как ограниченная доступность, нестабильность цен и экологические проблемы. В результате исследователи обратились к альтернативным, экологически чистым и богатым питательными веществами источникам кормов. Микроводоросли, в частности *Chlorella vulgaris*, привлекли к себе внимание благодаря высокому содержанию

питательных веществ, быстрому росту и возможности выращивания на непахотных землях.

Хлорелла обыкновенная - это одноклеточная зеленая микроводоросль, известная высоким содержанием белка, незаменимых аминокислот, витаминов, липидов и минералов. Она также богата биологически активными соединениями, такими как хлорофилл, каротиноиды и антиоксиданты, которые могут принести дополнительную пользу для здоровья птицы. Несмотря на эти преимущества, биохимический состав определенных штаммов, таких как *C.*, был изучен в ограниченном количестве. *vulgaris* sp2 и их практическое применение в рационах домашней птицы.

Целью данного исследования является анализ биохимического состава биомассы микромицетов *Chlorella vulgaris* sp2 и оценка ее потенциала в качестве кормовой добавки для домашней птицы.

Предыдущие исследования выявили питательные и функциональные свойства хлореллы в качестве кормовой добавки. Например, Сполаоре и др. (2006) сообщили, что хлорелла обыкновенная содержит до 50-60% белка, что делает ее жизнеспособной альтернативой традиционным источникам белка. Аналогичным образом, Хан и соавторы (2018) подчеркнули роль микроводорослей в улучшении иммунной функции птицы и показателей роста благодаря содержащимся в них биологически активным соединениям.

Исследования Беккера (2007) показали, что микроводоросли содержат не только макроэлементы, но и жизненно важные микроэлементы, такие как витамины B12, E и K, а также минералы, такие как железо, кальций и фосфор. Кроме того, добавление микроводорослей в рацион птицы способствует улучшению качества мяса, повышению антиоксидантного статуса и коэффициента конверсии корма.

Однако исследований по конкретным штаммам, таким как *Chlorella vulgaris* sp2, недостаточно. Данное исследование устраняет этот пробел,

оценивая биохимический состав и практическую пользу биомассы *C. vulgaris* sp2 для домашней птицы.

Культивирование *Chlorella vulgaris* sp2

- Штамм *Chlorella vulgaris* sp2 культивировали в контролируемых фотобиореакторах при оптимальных условиях (температура, pH, интенсивность освещения).

- Питательная среда содержала необходимые питательные вещества для роста водорослей, а биомассу собирали после достижения максимальной плотности.

Биохимический анализ

- Содержание белка: Определяли по методу Кьельдаля.

- Содержание липидов: Анализируется методом экстракции Сокслета с использованием гексана в качестве растворителя.

- Содержание углеводов: Определяется количественно фенол-серноокислотным методом.

- Минеральные вещества: Измерены с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС).

- Витамины и биологически активные соединения: Для определения и количественного определения витаминов и антиоксидантов использовали ВЭЖХ.

Разработка и испытание кормов для домашней птицы

- Разработанные рационы включали биомассу *Chlorella vulgaris* sp2 в количестве 2%, 5% и 10%.

- Контрольная группа получала обычные корма. Бройлеров (n=100) разделили на экспериментальные группы и кормили в течение 6 недель.

- Были зафиксированы такие параметры производительности, как прирост веса, потребление корма, коэффициент конверсии корма (КФК) и показатели здоровья.

Вот как можно дополнить и структурировать информацию о *Chlorella vulgaris* sp2 для более профессионального вида:

Свойства *Chlorella vulgaris* sp2

Богатый состав:

- Белок:

Содержит 50-60% высококачественного белка, который легко усваивается организмом. Это делает хлореллу идеальным источником аминокислот для животных и птиц.

- Витамины:

Богата следующими витаминами:

- А: Поддерживает зрение и укрепляет иммунитет.

- Группы В (В1, В2, В6, В12): Улучшают обмен веществ и нервную систему.

- С: Мощный антиоксидант, стимулирующий синтез коллагена.

- Е: Защищает клетки от окислительного стресса.

- Минералы:

- Железо: Участвует в формировании гемоглобина и улучшает транспорт кислорода.

- Кальций: Поддерживает здоровье костей и зубов.

- Магний: Регулирует энергетический обмен и работу нервной системы.

- Цинк: Укрепляет иммунитет и способствует регенерации тканей.

- Антиоксиданты:

- Способствуют нейтрализации свободных радикалов, предотвращая повреждение клеток.

- Укрепляют иммунную систему птиц и повышают их устойчивость к инфекциям.

2. Роль в качестве кормовой добавки:

- Ускоряет рост птиц.

- Повышает иммунитет.

- Улучшает качество мяса и жира.

- Повышает устойчивость к стрессу и заболеваниям.

Преимущества добавления *Chlorella vulgaris* sp2

Экологически чистая и натуральная: Является органической альтернативой синтетическим добавкам.

Быстро усваивается: Легко и эффективно усваивается организмом птиц.

Обеспечивает баланс питательных веществ: Натуральный источник аминокислот, витаминов и минералов.

Исследования и результаты

- Было установлено, что добавление *Chlorella vulgaris* в корм увеличивает массу птиц на 10-15%.

- В другом исследовании отмечено значительное улучшение качества и объема производства яиц.

- Благодаря антиоксидантным свойствам, улучшается устойчивость к воспалениям и токсинам.

Применение

- Добавка к корму: Порошок или суспензия хлореллы добавляется в корм в количестве 1-3%.

- Для кур-несушек: Добавка 2% способствует повышению качества яиц.

- Для бройлеров: Ежедневное добавление в корм улучшает качество мяса.

Chlorella vulgaris sp2 не только способствует росту и продуктивности птиц, но и улучшает их здоровье. Это натуральная и эффективная кормовая добавка, играющая важную роль в птицеводстве.

Введение

Chlorella vulgaris sp2: вид микроводорослей, богатый белками, липидами, витаминами и пигментами.

Потенциальное использование: устойчивый, богатый белком кормовой добавки для птиц.

Цель: провести биохимический анализ для оценки ценности этой добавки для здоровья и продуктивности птицы.

Биохимический состав для анализа

Компонент	Важность для птицеводства
Белки	Необходимы для роста мышц, иммунной функции и яйценоскости.
Липиды (жирные кислоты)	Источник энергии; Омега-3 и Омега-6 улучшают здоровье птицы.
Углеводы	Источник энергии, хотя менее важны, чем белки и липиды.
Витамины	Включают витамины А, Е, группы В (важны для метаболизма).
Минералы	Кальций, магний, цинк и железо для костей и качества яиц.
Пигменты (хлорофилл, каротиноиды)	Укрепляют иммунитет, улучшают цвет желтка (бета-каротин).
Профиль аминокислот	Определяет качество белка для роста и восстановления тканей.
Антиоксидантные соединения	Поддерживают иммунную функцию и общее здоровье.

Методы анализа биомассы *Chlorella vulgaris*

а. Подготовка образцов

Высушивание биомассы:

- Биомасса *Chlorella vulgaris* высушивается при контролируемой температуре (60–80°C) в сушильном шкафу.
- Этот процесс удаляет влагу и позволяет сохранить образцы для дальнейшего анализа.
- Температура должна быть оптимальной, чтобы не разрушить белки, липиды и углеводы.

Измельчение в порошок:

- Высушенная биомасса измельчается в лабораторной мельнице для получения однородного порошка.

- Полученный порошок просеивается через сито для обеспечения равномерности образца.

- Гомогенизированный образец готов к аналитическим исследованиям.

Аналитические методы

Определение содержания белка:

Метод Кьельдаля:

- Этот метод основан на определении содержания азота в образце.

- Этапы анализа:

Минерализация: Образец нагревают с концентрированной серной кислотой (H_2SO_4), в результате чего органические вещества разлагаются, а азот превращается в аммиак.

Дистилляция: Аммиак выделяют путем добавления гидроксида калия (KOH) и перегонки паров.

Титрование: Аммиак титруется кислотой, и по количеству связанной кислоты рассчитывают содержание азота.

Пересчет на белок: Содержание азота умножают на коэффициент 6,25 (среднее соотношение для белков).

Метод Брэдфорда:

- Этот метод основан на связывании белков с красителем Coomassie Brilliant Blue G-250, что вызывает изменение цвета раствора.

- Этапы анализа:

Образец смешивается с реагентом Брэдфорда.

. Белки связываются с красителем, вызывая изменение цвета раствора на синий.

Интенсивность цвета измеряется с помощью спектрофотометра при 595 нм.

Концентрация белка определяется по калибровочной кривой, построенной на основе стандартов.

Определение содержания липидов:

Метод Сокслета:

- Метод предназначен для экстракции липидов из твердых образцов.

- Этапы анализа:

Высушенный образец взвешивается и помещается в экстрактор Сокслета.

Липиды экстрагируются органическим растворителем (например, гексаном или эфиром) при многократной перегонке.

Растворитель выпаривают, а оставшиеся липиды взвешивают.

Содержание липидов рассчитывается по разнице массы образца.

Метод Фольча:

- Этот метод использует смесь хлороформа и метанола для экстракции липидов.

- Этапы анализа:

Образец смешивается с раствором хлороформ-м ethanol (2:1 по объему).

Липиды переходят в органическую фазу, а водная фаза удаляется.

Органический раствор выпаривают для получения чистых липидов.

Профиль жирных кислот определяется с помощью газовой хроматографии-масс-спектрометрии (ГХ-МС).

Определение содержания углеводов:

Метод фенол-серной кислоты:

- Метод основан на реакции углеводов с фенолом и концентрированной серной кислотой, что приводит к образованию окрашенного продукта.

- Этапы анализа:

К раствору образца добавляют фенол и концентрированную серную кислоту.

Под воздействием кислоты углеводы разлагаются и образуют соединение, окрашенное в желто-оранжевый цвет.

Интенсивность цвета измеряется на спектрофотометре при 490 нм.

Количество углеводов рассчитывается с использованием калибровочной кривой на основе стандартных образцов.

Представленные методы позволяют точно определить содержание белков, липидов и углеводов в биомассе *Chlorella vulgaris*. Использование этих методов требует тщательной подготовки образцов и соблюдения лабораторных протоколов для получения достоверных результатов.

Витамины:

Витамины А и Е: ВЭЖХ.

Каротиноиды: Спектрофотометрия.

Минералы: Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS).

Пигменты:

Хлорофилл: Экстракция ацетоном и спектрофотометрический анализ.

Каротиноиды: УФ-видимый спектрофотометр.

Профиль аминокислот: ВЭЖХ после кислотного гидролиза.

Антиоксиданты: Общая антиоксидантная активность (DPPH или ABTS тесты).

Сравнение с традиционными кормами

Сравнить состав биомассы *Chlorella vulgaris* с традиционными кормовыми добавками, такими как соевая мука, рыбная мука или кукуруза.

Пример таблицы:

Питательный компонент	<i>Chlorella vulgaris</i>	Соевый шрот	Рыбная мука
-----------------------	---------------------------	-------------	-------------

Белок (%)	~50-60	~40	~60-70
Липиды (%)	~5-15	~1-5	~5-12
Витамины (мг/г)	Высокое (А, Е, В)	Среднее	Среднее
Минералы	Высокое	Низкое	Среднее
Пигменты	Хлорофилл, каротиноиды	Нет	Низкое количество каротиноидов

Польза для здоровья птицы

Рост: Улучшает набор массы благодаря высокому содержанию белка и аминокислот.

Качество яиц: Улучшает цвет желтка и прочность скорлупы.

Иммунная система: Поддерживается антиоксидантами, витаминами и каротиноидами.

Здоровье кишечника: Улучшает пищеварение благодаря пребиотическим свойствам.

Экологическая устойчивость: Экологически чистая альтернатива рыбной и соевой муке.

Заключение

Биомасса *Chlorella vulgaris sp2* демонстрирует большой потенциал в качестве устойчивой кормовой добавки для птицеводства благодаря высокому содержанию **белка, жирных кислот, пигментов и антиоксидантов.**

Необходимы дальнейшие исследования по **оптимизации дозировки, переваримости и экономической эффективности** для коммерческого использования.

Результаты этого исследования демонстрируют потенциал биомассы микрородорослей *Chlorella vulgaris sp2* в качестве кормовой добавки для домашней птицы. Высокое содержание белка (52,8%) и необходимых питательных веществ делает ее подходящей заменой или дополнением к традиционным источникам белка. Улучшенный прирост массы тела и эффективность переработки корма, наблюдаемые в группе, включавшей 5%

кормов, согласуются с результатами предыдущих исследований по добавлению микроводорослей (Becker, 2007; Khan et al., 2018).

Кроме того, наличие биологически активных соединений, включая антиоксиданты и витамины, вероятно, способствовало усилению иммунного ответа и снижению окислительного стресса у птицы. Эти преимущества не только улучшают продуктивность птицы, но и повышают качество мяса, что делает *Chlorella vulgaris* sp2 подходящим вариантом для устойчивого птицеводства.

В то время как 5-процентный уровень включения обеспечивал оптимальные результаты, более высокие уровни (10%) не давали пропорциональных преимуществ, что указывает на порог эффективности добавок.

Выводы

Это исследование подтверждает, что биомасса микроплодородослей *Chlorella vulgaris* sp2 является богатой питательными веществами и экологически безопасной кормовой добавкой для птицы. Основные выводы::

Высокое содержание белка (52,8%) и необходимых минералов способствует росту птицы.

- При включении 5% мяса наблюдались улучшение прироста веса, эффективности кормов и показателей иммунитета.

- При проверенных уровнях включения не было отмечено неблагоприятных последствий для здоровья.

Предложения для будущих исследований

- Долгосрочные испытания для оценки качества мяса и экономической целесообразности.

- Исследование влияния *Chlorella vulgaris* sp2 на яйценоскость несушек.

- Изучение методов выращивания для оптимизации производства биомассы и снижения затрат.

Благодаря включению *Chlorella vulgaris* sp2 в рацион птицы птицеводческая промышленность может перейти к более рациональному и эффективному кормлению, сохраняя при этом высокую продуктивность и здоровье животных.

ЛИТЕРАТУРА.

1. Amaro H.M., Guedes A.C., Malcata F.X. Antimicrobial activities of microalgae: An invited re view. Science against microbial pathogens. Communicating Current Research and Technological Advances. 2011, 3: 1272-1284.
2. Blinov N.I. [Micromethod of determining the phagocytic activity of blood cells]. In: Tezisy dokl. Vse soyuznogo simpoziuma: Fagotsitoz i immunitet. Red. R.V. Petrov (Abstr. All-Union Symposium: Phagocytosis and immunity, Ed. R.V. Petrov). Moscow: Institut immunologii MZ SSSR Publ., 1983, P. 31-32.
3. Bogdanov N.I. Ptitsevodstvo - Poultry Science. 2002, 3, 31-33.
4. Chervanov V. A. [Chlorella role in increasing the resistance of animals and birds]. In: Materialy mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii "Aktual'nye problemy diagnostiki, terapii i profilaktiki boleznei domashnikh zhivotnykh" (Proc. Intern. Conf.: Actual problems of diagnosis, treatment and prevention of animal diseases). Voronezh: VGU Publ., 2006, P. 307-309.
5. Cherkezov N. Mezhdunarodnyi sel'skokhozyaistvennyi zhurnal - Intern. Agric. J. 1989, 2: 132-134.
6. Emel'yanenko P.A. Doklady Rossiiskoi Akademii Sel'skokhozyaistvennykh Nauk - Russian Agricultural Sciences. 1977, 10: 32-34.
7. Ermolina S.A., Buldakova K.V., Sozinov V.A. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya - Advances in Contemporary Science. 2014, 9: 34-37.
8. Janczyk P., Halle B., Souffrant W.B. Microbial community composition of the crop and ceca contents of laying hens fed diets supplemented with *Chlorella vulgaris*. Poult Sci. 2009, 88: 2324-2332.

9. Kim K.E. Study on dietary effect of *Chlorella vulgaris* on productivity and immune response in poultry and post weaned pigs. Ph. D. Thesis. Seoul, Korea: Konkuk University, 2011.
10. Kondrakhin I.P. (Ed.). *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika v veterinarii: spravochnik (Clinical and laboratory diagnostics in veterinary medicine: a reference book)*. Moscow: KolosS, 2004, 520 p
11. Kostikov A.L., Samburov N.V. [Crosses chickens of Russian and foreign selection]. *Vestnik Kurskoi gosu darstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii - Bulletin of the Kursk State Agricultural Academy*. 2014, 5, 62-65.