Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 5, 2026 Chemistry of Goods

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В СОСТАВЕ БИОПРОДУКТА

Иброхим Рахмонович Аскаров
Андижанский государственный университет, профессор кафедры химии, доктор химических наук, Заслуженный изобретатель Узбекистана, председатель Академии ТАБОБАТ Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Асилбек Бахтиёрбекович Юлчиев
Андижанского государственного университета, доцент кафедры пищевой и химической технологии доктор технических наук, доцент
https://orcid.org/0000-0003-0873-102X

Камронбек Шухратбек угли Джамолов
Андижанского государственного университета, старший преподаватель кафедры пищевой и химической технологии
https://orcid.org/0009-0001-4622-0901
E-mail: djamolovkamron91@mail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.730

Аннотация. В статье рассматривается получение биопродукта на основе хлопкового шрота с низким содержанием госсипола и внедрение технологии производства из него гранул с высокой кормовой ценностью для животноводства и птицеводства, а также повторный анализ результатов исследований. В ходе исследований четыре вида образцов были подвергнуты лабораторным анализам, результаты которых

Ключевые слова: хлопковый шрот, биопродукт, витамины, хроматография.

Как цитировать
Аскаров, И. Р., Юлчиев , А. Б., & Джамолов , К. Ш. у. ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В СОСТАВЕ БИОПРОДУКТА. *Журнал химии товаров и народной медицины*, *5*(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.730

Независимо от того, относится ли продукция к пищевым или непищевым продуктам, в частности к кормам для животных, большое значение имеет содержание в ней макро- и микроэлементов, витаминов и белка [1]. Недостаток макро- и микроэлементов в потребляемых продуктах создаёт предпосылки для возникновения различных заболеваний и изменений в организме. По данным Республиканского научно-практического медицинского эндокринологического центра, дефицит йода наблюдается у 40,2 % населения Узбекистана. О том, что проблема йододефицита относится к вопросам, требующим решения на государственном уровне, свидетельствует также принятие 3 мая 2007 года Закона № ЗРУ–907 «О профилактике йододефицитных заболеваний» [2].

Недостаток макро- и микроэлементов, а также витаминов в организме восполняется за счёт пищевых продуктов и кормов для животных, входящих в ежедневный рацион. Исходя из физиологических потребностей организма животных, по результатам проведённых исследований рекомендуется содержание в суточном кормовом рационе на 1 кг сухой массы 3–12 мг Cu; 20–60 мг Zn; 25–60 мг Mg; 0,06–1,2 мг J_2; 0,3–1,0 мг Co и 0,5 мг Se [3; с. 44–45].

Рядом исследователей установлено, что недостаток элементов в кормах животных может приводить к таким отрицательным последствиям, как бесплодие, изменение биохимического состава молока, агрессивность, отставание в развитии, нарушение синтеза гормонов, повышение активности

отдельных ферментов и, как следствие, ухудшение функционального состояния печени животных, неполноценность полового цикла самок и выкидыши [4,5,6].

Наряду с макро- и микроэлементами важную роль в составе кормового рациона играют витамины.

Витамины — низкомолекулярные органические соединения различной химической природы, регулирующие биологические процессы в живом организме и выполняющие каталитические функции [1]. Недостаток витаминов в кормовом рационе приводит к авитаминозу, проявляющемуся повышенной восприимчивостью к заболеваниям, выпадением зубов, шерсти и рядом других признаков.

Чем выше продуктивность животных, тем выше их потребность в витаминах. Поэтому у высокопродуктивных животных во многих случаях наблюдается частичная недостаточность витаминов, то есть гиповитаминоз. Длительный гиповитаминоз при содержании продуктивных животных приводит к развитию авитаминоза. В то же время превышение нормы содержания витаминов в кормах суточного рациона животных вызывает гипервитаминоз. Недостаток одного лишь витамина D в организме животных является причиной хронического заболевания; в птицеводстве содержание цыплят в закрытых помещениях и недостаток солнечного света приводят к недостаточному усвоению витамина D. Это нарушает кальциево-фосфорный обмен и ухудшает рост костной ткани. Данное заболевание чаще всего наблюдается у цыплят в возрасте 3–5 месяцев [8].

У цыплят, поражённых данным заболеванием, первоначально наблюдаются слабость, взъерошенность оперения, выпадение маховых перьев, снижение и изменение аппетита. Иногда отмечаются опухание зоба, атония мышечного желудка и диарея. На последующих стадиях наблюдаются слабость ног, хромота, вынужденное сидячее положение, нарушение координации движений; цыплята часто лежат и с трудом поднимаются [9].

В натуральных кормах, потребляемых животными (особенно в зелёных травах), содержится большое количество витаминов. Кроме того, если учитывать синтез витамина С в тканях организма животных, а также синтез витаминов группы В и филлохинона микрофлорой желудка жвачных животных, может сложиться впечатление, что потребность животных в витаминах полностью удовлетворяется. Однако, несмотря на это, целесообразно периодически контролировать обеспеченность животных витаминами, наблюдать и фиксировать происходящие у них изменения [10].

Индонезийские исследователи С. Садарман и соавторы изучили, как включение соединений цинка (Zn) в рацион цыплят-бройлеров способствует улучшению их обмена веществ, а также активному участию цинка в обмене белков, углеводов и жиров [11].

Дж. Лисман, С. Садарман, А. Эфенди и соавторы изучили не только положительное влияние растения Phaleria macrocarpa на развитие цыплят-бройлеров, но и его воздействие на такие показатели, как антиоксидантная активность, устойчивость к внешним воздействиям и ряд других свойств [12].

Исследователи Y. Eid, T. Ebeid и H. Younis установили, что добавление витамина Е в кормовую рецептуру снижает уровень стресса у птиц [13].

Согласно широко применяемой классификации витамины можно разделить на водорастворимые и жирорастворимые. В следующей таблице приведена классификация витаминов по их растворимости.

Таблица 1. Классификация витаминов

№	Водорастворимые витамины	Жирорастворимые витамины
1	Витамин В1 (тиамин)	Витамин А (ретинол)

2	B2 (рибофлавин)	Каротин (провитамин А)
3	B3 (пантотеновая кислота)	Витамин D1 (кальциферол
4	B4 (холин)	D_2
5	B5, или PP (никотинамид)	D_3
6	B6 (пиридоксин)	Витамин Е (α-, β-, γ-токоферолы)
7	B12 (цианокобаламин)	Витамин К1 (филлохинон)
8	Витамин BC (фолиевая кислота)	
9	Витамин H (биотин)	

В приведённой выше таблице представлена классификация витаминов по растворимости. Наличие этих витаминов в определённых количествах в рецептуре комбикормов способствует предотвращению различных заболеваний у продуктивных животных и повышению их продуктивности.

В проведённых нами исследованиях хлопковый шрот подвергали биотехнологической обработке с целью снижения содержания токсичного вещества госсипола и повышения содержания белка, а также улучшения переваримости углеводов, содержащихся в шроте. Ниже представлена лабораторная установка для получения биопродукта из хлопкового шрота.

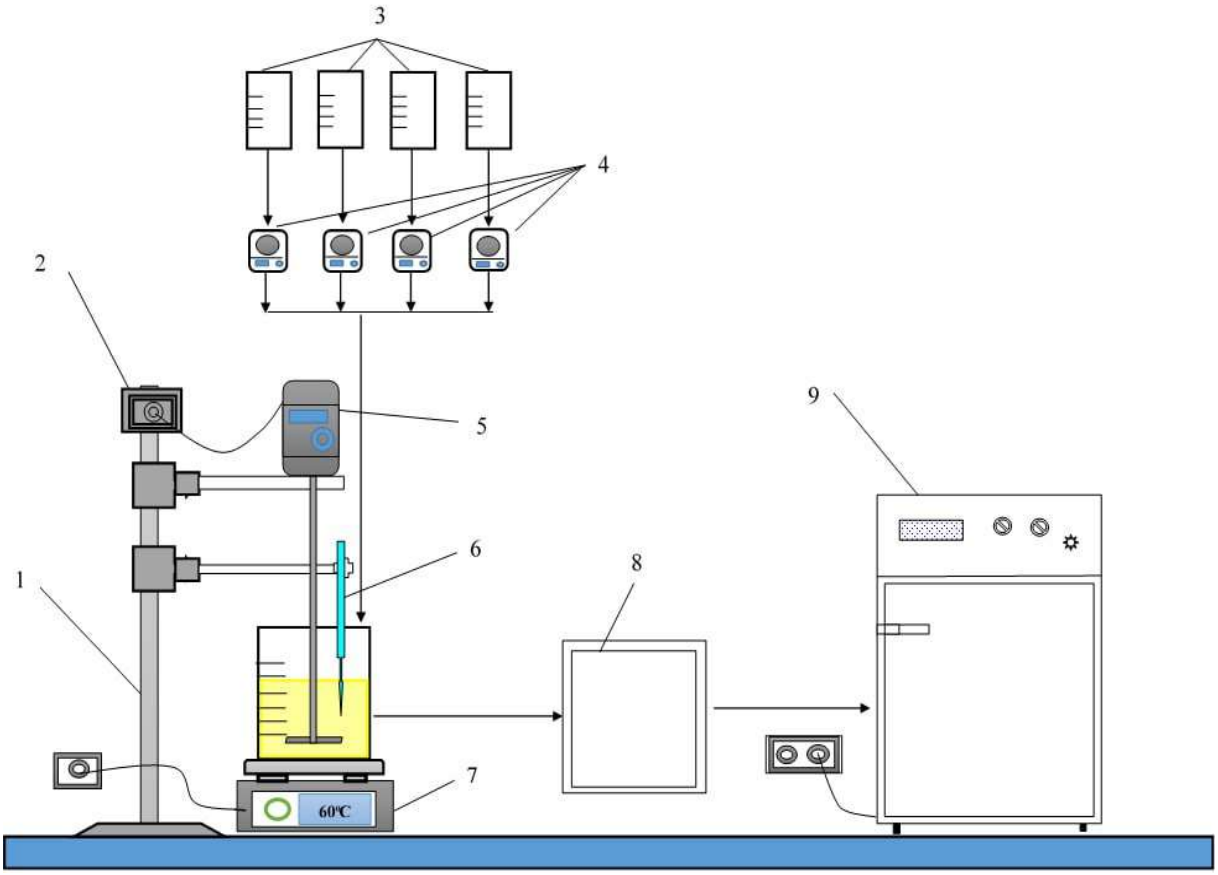


Рисунок 1. Лабораторная установка для получения биопродукта

1 — штатив; 2 — мешалка; 3 — ёмкость для образцов; 4 — электронные весы для образцов; 5 — мешалка; 6 — термометр; 7 — магнитная мешалка; 8 — лоток для сырья; 9 — сушильный шкаф.

На приведённой выше лабораторной установке биопродукт получали путём биотехнологической обработки тостированного хлопкового шрота. Сначала исходные компоненты (1000 г хлопкового шрота, около 300–400 мл воды, 3–4 г микроорганизмов и 100–150 г углеводов) взвешивали на весах (4) с использованием ёмкости для образцов (3), помещали в стакан вместимостью 2000 мл и устанавливали на магнитную мешалку (7). Для обеспечения оптимальной активности микроорганизмов температуру повышали до 30–35 °C. Чтобы снизить влажность полученного биопродукта с 60–65 % до 16–18 %, необходимых для гранулирования, его высушивали в сушильном шкафу при температуре 50–60 °C в течение 30 минут. Из высушенного биопродукта отбирали необходимую для гранулирования массу.

Методика

Использованные реактивы и оборудование. Витамин B12 был приобретён у компании «Rhydburg Pharmaceuticals» (Германия), витамин C — у «Carl Roth GmbH» (Германия), витамин B9 — у «DSM Nutritional Products GmbX» (Германия), а витамины B1, B2, B3, B6 и PP — у «BLDPharm» (Китай). Использовали воду и ацетонитрил степени чистоты для ВЭЖХ, а также реактивы химически чистых марок: уксусную кислоту и гидроксид натрия.

Определение содержания водорастворимых витаминов в растительном сырье проводили на высокоэффективном жидкостном хроматографе LC-40 Nexera Lite производства японской компании Shimadzu [1].

Приготовление стандартных растворов. Растворы витаминов C (CAS 50-81-7), B1 (CAS 59-43-8), B6 (CAS 58-56-0), B3 (CAS 59-67-6), B12 (CAS 68–19–9) и PP (CAS 98-92-0) с концентрацией 100 мг/л готовили растворением 5 мг каждого витамина в 50 мл 0,1 н. раствора HCl. Стандартные растворы витаминов B2 (CAS 83-88-5) и B9 (CAS 59-30-3) готовили растворением 5 мг соответствующего витамина в 50 мл 0,025 %-ного раствора гидроксида натрия. Затем отбирали по 200 мкл исходных растворов витаминов B1, B6, B3, B12 и PP, смешивали их и получали раствор с концентрацией каждого витамина 14,286 мг/л. Аналогичным образом готовили стандартные растворы с концентрациями 7,143; 3,571 и 1,786 мг/л. Для витамина C также готовили стандартные растворы с концентрациями 286; 143; 71,5 и 57,2 мг/л. Для точки калибровочного графика с концентрацией 0 мг/л использовали чистую воду.

Приготовление экстракта образца. Для экстракции водорастворимых витаминов отбирали 1 г исследуемого образца, помещали в коническую колбу вместимостью 50 мл и добавляли 25 мл 0,1 н. раствора HCl. Экстракцию смеси проводили в ультразвуковой ванне GT SONIC-D3 (Китай) при температуре 60 °C в течение 20 минут. Затем смесь охлаждали, фильтровали и доводили объём водой в мерной колбе до 25 мл. Из экстракта отбирали 1,5 мл, фильтровали через шприцевой фильтр с размером пор 0,22 мкм, помещали во флакон и использовали для анализа.

Хроматографические условия.

Определение витаминов. Стандартные растворы и экстракт образца анализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на приборе LC-40 Nexera Lite, оснащённом насосом LC-40D, автосамплером SIL-40 и фотодиодноматричным детектором SPD-M40 (PDA), с использованием программного обеспечения LabSolutions версии 6.92. Применяли обращённо-фазовую колонку Shim-pack GIST C18 (150 × 4,6 мм; 5 мкм, Shimadzu, Япония) и градиентную подвижную фазу, состоящую из ацетонитрила (A) и 0,25 %-ного водного раствора уксусной кислоты (B) (таблица 1). Объём инъекции составлял 10 мкл, скорость потока — 0,6 мл/мин, температура термостата колонки — 40 °C. Аналитический сигнал каждого витамина (площадь пика) регистрировали при трёх длинах волн: 265, 291 и 550 нм (рисунки 1–3). Для определения витамина C использовали 15-минутный градиент (таблица 2), аналитический сигнал измеряли при длине волны 265 нм.

Результаты и обсуждение

Таблица 1. Градиентная программа подвижной фазы при определении витаминов

Время, мин	Ацетонитрил (А), %	0,5 %-ная уксусная кислота (В), %
0	0	100
3	0	100
14	20	80
17	50	50
18	0	100
25	Завершение	

Таблица 2. Градиентная программа подвижной фазы при определении витамина С

Время, мин	Ацетонитрил (А), %	0,5 %-ная уксусная кислота (В), %
0	0	100
2	0	100
6	50	50
6,01	0	100
15	Завершение	

Полученные результаты.

Определение витаминов в экстракте образца. Получены хроматограммы экстракта образца (рисунки 3–6). На основании результатов содержание витаминов в 100 г образца рассчитывали по приведённой ниже формуле; результаты представлены в таблицах 3–4.

$$X = \frac{C_{vit} \cdot V_{ekstrakt}}{m_{namuna}} \cdot 100\ g$$

Здесь X — содержание витаминов в 100 г плодов, мг;

Свит — концентрация витамина в экстракте, определённая методом ВЭЖХ, мг/л;

Vэкстракт — объём экстракта образца, л;

тобразец — масса навески образца для приготовления экстракта.

Витамин	Время удерживания, с	Концентрация, мг/л	Содержание в 100 г образца, мг
Vitamin B_1	2,964	1,524	3,810
Vitamin B_3	5,786	2,442	6,105
Vitamin PP	7,658	0,135	0,338
Vitamin B_9	16,709	0,207	0,518
Vitamin B_2	18,826	0,318	0,795
Vitamin B_6	6,393	0,317	0,793
Vitamin B_{12}	Не обнаружен	0	0,000
Vitamin C	4,453	0,017	0,043

В ходе исследований содержание водорастворимых витаминов группы В и витамина С в полученном биопродукте определяли методом ВЭЖХ. На следующих рисунках представлены хроматограммы витаминов, содержащихся в биопродукте и водной фракции биопродукта.

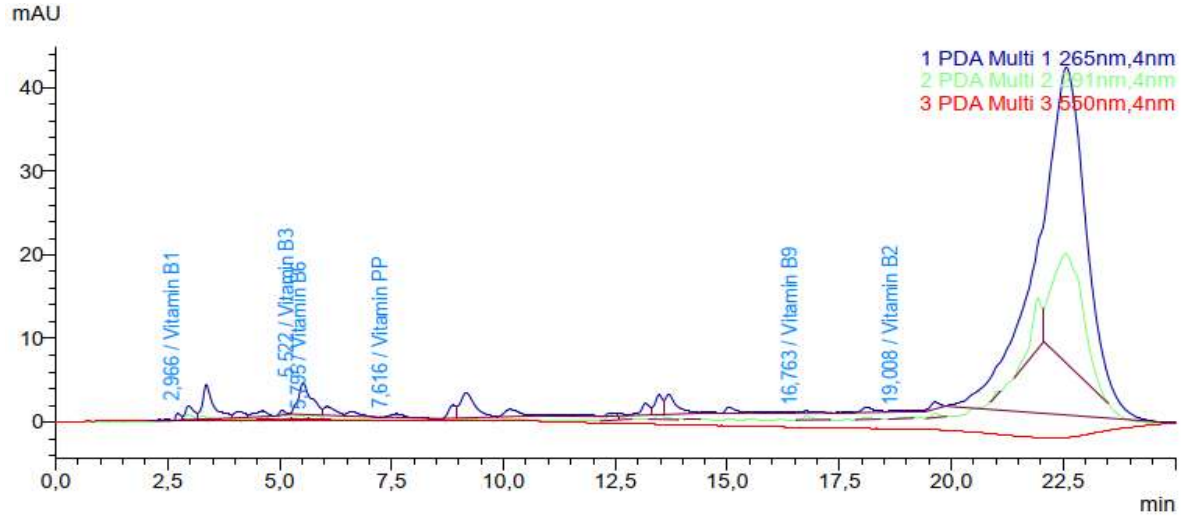


Рисунок 2. Хроматограмма водорастворимых витаминов группы В в биопродукте.

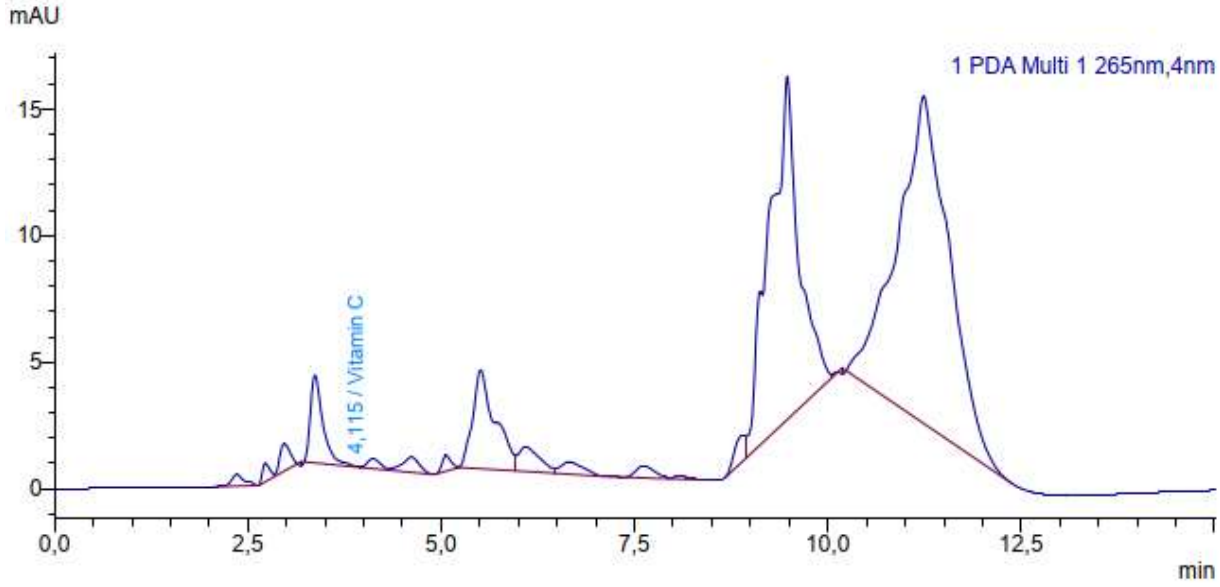


Рисунок 3. Хроматограмма витамина С в биопродукте.

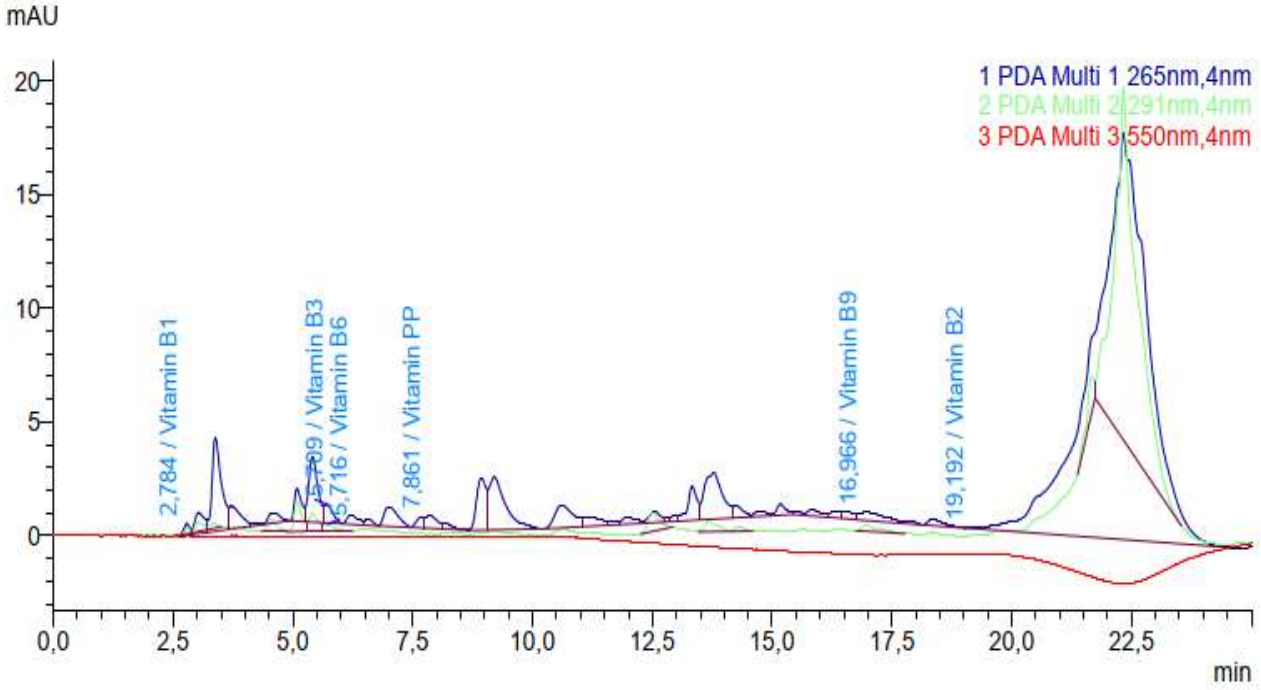


Рисунок 4. Хроматограмма водорастворимых витаминов группы В в водной фракции биопродукта.

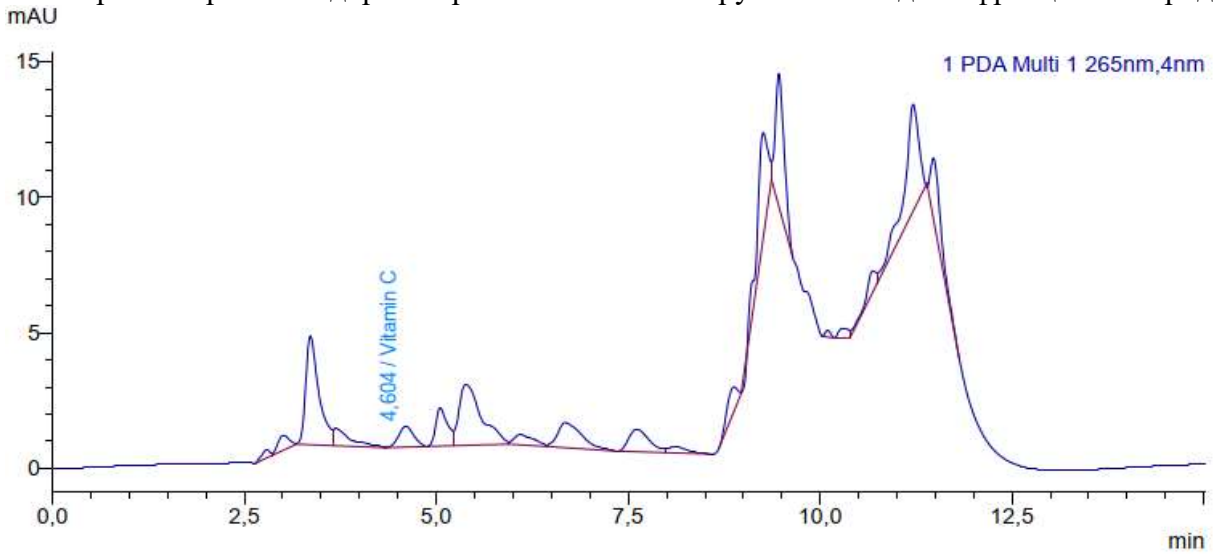


Рисунок 5. Хроматограмма витамина С в водной фракции биопродукта.

По результатам исследований содержание витаминов в биопродукте и его водной фракции в расчёте на 100 г образца приведено в следующей таблице.

Таблица 2. Содержание витаминов в биопродукте и водной фракции биопродукта

	Витамины	Время удерживания, с	Концентрация, мг/л	Содержание в 100 г образца, мг
Биопродукт				
1.	Vitamin B_1	2,966	0,737	1,843
2.	Витамин В3	5,522	2,108	5,270
3.	Vitamin PP	7,616	0,286	0,715
4.	Vitamin B_9	16,763	0,15	0,375
5.	Vitamin B_2	19,008	0,219	0,728

6.	Vitamin B_6	5,795	0,178	0,445
8.	Vitamin C	4,115	0,05	0,125
Водная фракция биопродукта (сок)				
1	Vitamin B_1	2,784	0,214	0,535
2	Vitamin B_3	5,709	0,227	0,568
3	Vitamin PP	7,861	0,311	0,778
4	Vitamin B_9	16,966	0,419	1,048
5	Vitamin B_2	19,192	0,284	0,710
6	Vitamin B_6	5,716	0,146	0,365
7	Vitamin C	4,604	0,213	0,533

Примечание. В образцах витамин В12 не обнаружен.

Как видно из приведённой таблицы, содержание витаминов В1, В3, РР, В9, В2, В6 и С в 100 г образца указано в миллиграммах. Эти витамины были обнаружены как в биопродукте, так и в его водной фракции, причём между их количественными показателями наблюдаются значительные различия. Так, содержание витамина В1 в биопродукте составляет 1,843 мг, а в водной фракции биопродукта — 0,535 мг. Если рассмотреть витамин В9, то, согласно результатам лабораторного анализа, его содержание в биопродукте составляет 0,375 мг, а в водной фракции — 1,048 мг.

Литературы

1. Абдурахмонов Т.А., Давлатов Р.Б. Организация ветеринарного дела и его экономика. Самарканд: издательство «Зарафшон», 2004. С. 162–173.
2. Закон Республики Узбекистан № 97 от 03.05.2007 «О йодной недостаточности».
3. Самохин В.Т., Ермолева Т.Г., Рецкий М.И., Шушлебин В.И., Погребняк О.В. Коррекция обмена энергии у молочных коров. Ветеринария. 2004. № 9. С. 44–45.
4. Рекомендации по рациональному использованию углеводов (сахаров), минеральных веществ и витаминов / Ш.К. Шакиров, Н.Н. Хазипов. Казань, 2012. 30 с.
5. Рекомендации по сохранению и выращиванию телят до 6-месячного возраста / под ред. В.И. Безгина, А.Н. Сухоноса. Красноярск, 2002.
6. Риш М.А., Даминов Р.А., Абдуллаев Д.В. Биохимическое районирование и эндемические заболевания сельскохозяйственных животных Узбекистана. Ташкент: Фан, 1980.
7. Авсицер Л.П. Содержание макро- и микроэлементов в молоке коров в зависимости от уровня цинка в рационе. XII Всесоюзная конференция «Биологическая роль микроэлементов и их применение в сельском хозяйстве и медицине». Тезисы докладов, т. II. Самарканд, 1990.
8. Байматов В.Н., Адамушкин В.Е., Ханнанова А.Ф. Изменение клинико-биохимических показателей у коров при йодной недостаточности. Журнал «Ветеринария».
9. Болотнов Л. Минеральные вещества и витамины в рационах лактирующих коров // Комбикорма. 2002. № 4. С. 52–53.
10. Быкова О.А. Минеральные добавки из местных источников в рационах сухостойных коров // Агропродовольственная политика России. 2015. № 3 (915). С. 64–66.
13. Добавление витамина Е снижает окислительный стресс, вызванный дексаметазоном, в сперме кур.