

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ АБСОРБЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ КОРМОВЫХ ДОБАВОК СОРБЕНТОВ МЕТИЛЕНОВЫМИ ИНДИКАТОРАМИ

Елена Алевтиновна Капитонова^{1✉}, Анастасия Владимировна Лисина²,
Александра Владимировна Лисина³, Анастасия Николаевна Дедкова⁴

^{1,2,4}Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА
имени К.И. Скрябина, Российская Федерация

²ФГБУ «ВНИИ Экологии», Российская Федерация

³ГБПОУ ОК «Юго-Запад», Российская Федерация

¹д-р биол. наук, доц., kapitonovalena1110@mail.ru, orcid.org/0000-0003-4307-8433

²студент, лаборант-исследователь, orcid.org/0009-0007-3011-1202

³студент, orcid.org/0009-0007-9332-3704

⁴аспирант, orcid.org/0009-0003-0903-5138

РЕФЕРАТ

В настоящее время на рынке страны появляется достаточное количество новых кормовых добавок, которых производители заявляют в качестве энтеросорбентов. Наиболее доступным и менее трудоемким способом для установления общей абсорбционной емкости добавки является спектрофотометрия. Целью нашей работы явился сравнительный анализ абсорбционной способности отечественных энтеросорбентов при использовании различных метиленовых индикаторов. Научно-исследовательская работа проводилась на базе ГБПОУ ОК «Юго-Запад» согласно общепринятых методик. Для обеспечения валидности полученных результатов, нами была поставлена параллель для каждой пробы. В статье представлен обширный фотоматериал раскрывающий этапы проведения научного исследования. Нами было изучено пять образцов энтеросорбентов, которые в свободном доступе представлены на потребительском рынке. Во избежание рекламы/антирекламы все образцы нами были зашифрованы и после комплекса проведенных методик будут обнародованы. На основании проведенных исследований нами было установлено, что при воздействии на энтеросорбенты метиленовым фиолетовым, в тройке лидеров оказались образцы из проб № 2, № 1 и № 3, у которых эффективность оптической плотности раствора, по сравнению с контрольным образцом, была на уровне 70,3 %, 53,9 % и 54,4 %, соответственно. При изучении общей абсорбционной способности энтеросорбентов метиленовым оранжевым, наилучшие результаты показали образцы № 2, № 5 и № 1, эффективность которых составила 98,5 %, 96,3 % и 84,2 %, по сравнению с контролем. При сравнительном анализе контрольных значений различных индикаторов разность составила 32,4 %, а в образцах 1,6-18,9 %, что говорит о достоверности полученных результатов. Масса поглощенных индикаторов метиленового фиолетового и метиленового оранжевого во всех образцах энтеросорбентов была практически одинаковой. На основании полученных результатов считаем, что определение абсорбционной способности различных веществ спектрофотометрическим способом, при помощи индикаторов метиленового фиолетового и метиленового оранжевого, можно проводить в равной степени.

Ключевые слова: спектрофотометрия, абсорбционная способность, энтеросорбенты, метиленовый оранжевый, метиленовый фиолетовый.

Для цитирования: Капитонова Е.А., Лисина А.В., Лисина А.В., Дедкова А.Н. Сравнительная эффективность абсорбционной способности кормовых добавок сорбентов метиленовыми индикаторами. Нормативно-правовое регулирование в ветеринарии. 2025;4:71-75. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.3.71>

COMPARATIVE EFFICIENCY OF ABSORPTION CAPACITY OF FEED ADDITIVES SORBENTS WITH METHYLENE INDICATORS

Elena Al. Kapitonova^{1✉}, Anastasia Vl. Lisina², Alexandra Vl. Lisina³, Anastasia N. Dedkova⁴

^{1,2,4}Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Skryabin, Russian Federation

²Federal State Budgetary Institution "All-Russian Research Institute of Ecology", Russian Federation

³State Budgetary Professional Educational Institution of the OK "Yugo-Zapad", Russian Federation

¹Dr. of Biol. Candidate of Sciences, Assoc. Prof., kapitonovalena1110@mail.ru, orcid.org/0000-0003-4307-8433

²Student, Research Lab Assistant, orcid.org/0009-0007-3011-1202

³Student, orcid.org/0009-0007-9332-3704

⁴Postgraduate Student, orcid.org/0009-0003-0903-5138

ABSTRACT

Currently, a sufficient number of new feed additives appear on the country's market, which manufacturers declare as enterosorbents. The most accessible and less labor-intensive method for establishing the total absorption capacity of an additive is spectrophotometry. The aim of our work was a comparative analysis of the absorption of domestic enterosorbents using various methylene indicators. The research work was carried out on the basis of the GBPOU OK "Yugo-Zapad" according to generally accepted methods. To ensure the validity of the results obtained, we set up a parallel for each sample. The article presents extensive photographic

material revealing the stages of the scientific research. We studied five samples of enterosorbents, which are freely available on the consumer market. In order to avoid advertising/anti-advertising, all samples were encrypted and will be made public after a set of methods. Based on the conducted research, we found that when enterosorbents were exposed to methylene violet, the top three were samples from samples No. 2, No. 1 and No. 3, for which the efficiency of the optical density of the solution, compared to the control sample, was at the level of 70.3%, 53.9% and 54.4%, respectively. When studying the general absorption capacity of enterosorbents with methylene orange, the best results were shown by samples No. 2, No. 5 and No. 1, the efficiency of which was 98.5%, 96.3% and 84.2%, compared to the control. In a comparative analysis of the control values of various indicators, the difference was 32.4%, and in the samples 1.6-18.9%, which indicates the reliability of the results obtained. The mass of absorbed indicators methylene violet and methylene orange in all samples of enterosorbents was practically the same. Based on the results obtained, we believe that the determination of the absorption capacity of various substances by spectrophotometric means, using methylene violet and methylene orange indicators, can be carried out equally.

Key words: spectrophotometry, absorption capacity, enterosorbents, methylene orange, methylene violet.

For citation: Kapitonova E.A., Lisina A.V., Lisina A.V., Dedkova A.N. Comparative efficiency of the absorption capacity of feed additives-sorbents with methylene indicators. Legal regulation in veterinary medicine. 2025; 4: 71–75. <https://doi.org/10.52419/issn2782-6252.2025.3.71>

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы, для стимуляции продуктивности сельскохозяйственных животных, в том числе и птиц, используют различные кормовые добавки и биологически активные вещества. Однако, при ведении животноводства интенсивными методами, сельскохозяйственные животные и птица, подвержены систематическому стрессу, нагрузке патогенов, а зачастую и воздействию токсичных веществ из корма [7, 9].

Дальнейшее обеспечение высокой продуктивности различных видов сельскохозяйственных животных возможно при полном устранении стресс-факторов или при снижении их пагубного влияния. Одним из действенных способов поддержания высокой отдачи продукции при минимальных затратах труда и средств, является применение: энзимов, аминокислот, про- и пребиотиков, эссенциальных микроэлементов, сорбентов и других биологически активных веществ [3, 6].

Наше внимание привлекли различные адсорбенты микотоксинов, которые представлены на отечественном рынке и доступны простому потребителю. Сравнительное определение их общей абсорбционной емкости позволит установить наиболее эффективный сорбент, а использование различных метиленовых индикаторов подтвердит полученный результат. На основании вышеизложенного считаем, что наша работа имеет высокую практическую значимость.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Цель работы – провести сравнительный анализ абсорбционной способности отечественных энтеросорбентов используя различные метиленовые индикаторы.

Для проведения научно-исследовательской работы *in vitro* нами использовались: метиленовый оранжевый, метиловый фиолетовый, свинец (II) уксуснокислый 3-водный (свинца ацетат) и различные энтеросорбенты (рисунок 1).

При проведении поискового опыта *in vitro*, все образцы изучаемых энтеросорбентов были зашифрованы порядковыми номерами, во избежание непреднамеренной фальсификации, а также рекламы/антирекламы изучаемых добавок. В дальнейшем, после всесторонних наших исследо-

ваний, все образцы будут расшифрованы.

Измерения абсорбционной активности по метиленовому оранжевому и метиленовому фиолетовому опытных и контрольных образцов проводили в лаборатории ГБПОУ ОК «Юго-Запад», согласно нормативно-правовому регулированию в ветеринарии [1, 5, 10].

Навески помещали во флаконы, в которые добавляли соответствующие индикаторы, встряхивали, фильтровали, вводили ацетат свинца, повторно фильтровали и определяли оптическую плотность при 663 нм. Измерения проводили с помощью спектрофотометра ПЭ-5300ВИ. Действие прибора основано на сравнении входящего и прошедшего через раствор светового потока, а также зависимости избирательного света поглощения (абсорбционности) от концентрации анализируемого раствора [2, 4, 8].

На первом этапе исследований нами были приготовлены стандартные и концентрированные растворы метиленовых индикаторов, для каждого изучаемого энтеросорбента (рисунок 2).

Далее нами были введены сорбенты в приготовленные концентрированные растворы (рисунок 3).

В дальнейшем экспериментальные образцы были отфильтрованы и использованы для сопоставления со стандартом на спектрофотометре ПЭ-5300ВИ (рисунок 4).

Для обеспечения валидности полученных результатов, нами была поставлена параллель для каждой пробы. На заключительном этапе мы проанализировали полученные результаты спектрометрии абсорбционной способности отечественных энтеросорбентов различными индикаторами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты абсорбционной способности различных кормовых добавок адсорбентов доступными нам метиленовыми индикаторами представлены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что согласно закону Бугера-Ламберта-Бера, который отображает взаимосвязь между оптической плотностью и концентрацией вещества с учетом толщины поглощающего слоя, наибольшую абсорбционную способность по метиленовому фиолетовому показали энтеросорбент № 2 (0,789 мг), а также № 1 (1,224



Рисунок 1. Образцы изучаемых энтеросорбентов.
Figure 1. Samples of the studied enterosorbents.

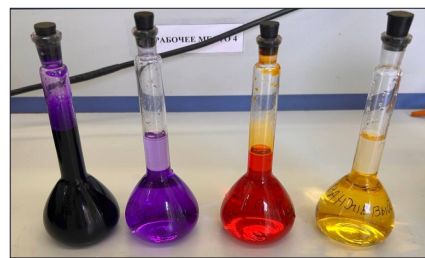


Рисунок 2. Растворы метиленового синего и метиленового оранжевого.
Figure 2. Solutions of methylene blue and methylene orange.



Рисунок 3. Этап введения энтеросорбентов в концентрированные растворы индикаторов.
Figure 3. Stage of introduction of enterosorbents into concentrated solutions of indicators.

Figure 3. Stage of introduction of enterosorbents into concentrated solutions of indicators.

мг) и № 3 (1,211), оптическая плотность которых снизилась – на 70,3 %, 53,9 % и 54,4 %, соответственно, по сравнению с группой контроля. Наименьшая абсорбция, обнаруженная индикатором метиленового синего, была у энтеросорбента № 4 (2,495 мг), которая отличалась от контрольных значений лишь – на 5,9 %, при этом она также имела достаточно высокие показатели абсорбции.

При сравнительной спектрометрии абсорбционной способности метиленовым оранжевым



Рисунок 4. Спектрофотометрия с использованием различных индикаторов.
Figure 4. Spectrophotometry using various indicators.

Figure 4. Spectrophotometry using various indicators.

установлено, что в целом, тенденция сохранилась. Наилучшие показатели были зарегистрированы у энтеросорбентов № 2 и № 5, оптическая плотность раствора которых снижалась на – 98,5 % и 96,3 %, соответственно, по сравнению с индикатором контроля. Далее высокими абсорбционными свойствами обладали энтеросорбенты № 1 и № 4 – 84,2 % и 81,5 %, соответственно. Наименьшие показатели оптической плотности раствора по метиленовому оранжевому были отмечены у образца под № 3 (73,3%), хотя они также показали достаточно высокие результаты.

Отметим, что при сравнении контрольных значений метиленового фиолетового и метиленового оранжевого, разница составила 32,4 % с наивысшими показателями в первом варианте

Таблица 1. Результаты спектрометрии
Table 1. Spectrometry results

Наименование пробы	Абсорбция			
	Метиленовым фиолетовым	$\bar{x}$	Метиленовым оранжевым	$\bar{x}$
Контроль	2,656	2,654	0,868	0,859
	2,651		0,849	
Сорбент 1	1,220	1,224	0,124	0,136
	1,228		0,148	
Сорбент 2	0,832	0,789	0,007	0,013
	0,746		0,018	
Сорбент 3	1,257	1,211	0,260	0,229
	1,165		0,197	
Сорбент 4	2,577	2,495	0,190	0,159
	2,412		0,128	
Сорбент 5	1,583	1,831	0,028	0,032
	2,079		0,036	

Примечание: $\bar{x}$ - среднее значение

Таблица 2. Масса поглощенного индикатора, мг.
Table 2. Mass of absorbed indicator, mg.

Сорбент 1	Сорбент 2	Сорбент 3	Сорбент 4	Сорбент 5
Масса поглощенного метиленового фиолетового				
174,839	174,896	174,840	174,671	174,759
Масса поглощенного метиленового оранжевого				
174,945	174,995	174,907	174,935	174,987
Средняя поглощенная масса				
174,892	174,945	174,874	174,803	174,873

эксперимента. При сравнительном анализе абсорбционной способности отечественных энтеросорбентов, используя различные метиленовые индикаторы, разница в 1-5 образцах составила – 11,1 %; 1,6; 18,9; 6,4 и 1,7 %, соответственно, и не выходила за пределы колебаний контрольных значений. Полученные данные говорят о сочетаемости методов при использовании различных метиленовых индикаторов.

Расчет массы поглощенных индикаторов представлен в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что масса поглощенных индикаторов, метиленового фиолетового (+0,03 %) и метиленового оранжевого (+0,05 %), во всех экспериментальных пробах находилась практически на одном уровне. Соответственно, средняя поглощенная масса у разных энтеросорбентов

также была практически идентичной.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных исследований *in vitro* нами установлено, что абсорбционную способность по метиленовому фиолетовому, в порядке убывания, проявили образцы № 2, № 1, № 3, № 4 и № 5, а по метиленовому оранжевому образцы № 2, № 5, № 1, № 4 и № 3. Масса поглощенных метиленовых индикаторов, различными энтеросорбентами, была практически идентичной. При спектрофотометрическом применении различных метиленовых индикаторов, получают тождественные результаты, что позволяет в полной мере использовать доступный индикатор для наименее трудоемкого и доступного способа определения общей абсорбционной емкости различных кормовых добавок.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Пьянова Л.Г. и др. Адсорбция красителей метиленового синего и метианилового желтого модифицированными углеродными сорбентами. Журнал прикладной химии. 2017;90(12):1678-1682.
2. ГОСТ Р 58410-2019 (ИСО 18417:2017) Сорбенты иодные угольные для ядерных установок. Метод определения индекса сорбционной способности. Москва: Стандартинформ; 2019: 20 с.
3. Голушко В.М., Капитонова Е.А. Сравнительный анализ применения биологически активных препаратов и их влияние на качество животноводческой продукции. Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». 2008;44(2-1):174-177.
4. Ельчищева Ю.Б. Спектрофотометрические методы анализа: учебное пособие. Пермский ГНИУ: Электронные данные. Пермь; 2023. 188 с.
5. Кох Е.С., Гаврилов А.С. Разработка методики анализа сорбционной активности активированного порошка чаги. Материалы конференции «Фармация и общественное здоровье», Екатеринбург; 2014: 421 с.
6. Кочиш И.И., Капитонова Е.А., Никулин В.Н. Эффективность цеолитсодержащих добавок в бройлерном птицеводстве. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020;3(83): 329-334.
7. Околелова Т.М. Производственные риски в промышленном птицеводстве и минимизация потерь: монография. Минск: ИВЦ Минфина; 2024:104 с.
8. РМГ 61-2010 ГСИ. Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки. Уральск; 2010: 58 с.
9. Улимбашев М.Б., Голембовский В.В., Капитонова Е.А. и др. Технология производства и переработки продукции животноводства: учебное пособие. ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ». Ставрополь: Изд-во «Ставрополь-Сервис-Школа»; 2024: 207 с.
10. Янченко В.В., Капитонова Е.А. Результаты определения общей сорбционной способности метиленовой сини по отношению к регуляторному комплексу «Байпас». Актуальные вопросы биологии, биотехнологии, ветеринарии, зоотехнии, товароведения и переработки сырья животного и растительного происхождения : Материалы национальной научно-практической конференции, 1 апреля 2021 г.: в 2 ч. Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина. Москва; 2021;II: 58-59.

REFERENCE

1. P'yanova L.G. et al. Adsorption of methylene blue and methianil yellow dyes by modified carbon sorbents. Russian Journal of Applied Chemistry. 2017;90(12):1678–1682. (in Russ)
2. GOST R 58410-2019 (ISO 18417:2017) Carbon iodine sorbents for nuclear installations. Method for determining the sorption capacity index. Moscow: Standartinform; 2019: 20 p. (in Russ)
3. Golushko V.M., Kapitonova E.A. Comparative analysis of the use of biologically active drugs and their impact on the quality of livestock products. Scientific Notes of the Educational Institution "Vitebsk Order of the Badge of Honor" State Academy of Veterinary Medicine". 2008;44(2-1):174–177. (in Russ)
4. Elchishcheva Yu.B. Spectrophotometric Methods of Analysis: A Tutorial. Perm State Research University:

Electronic Data. Perm; 2023. 188 p. (in Russ)

5. Kokh E.S., Gavrilov A.S. Development of a Methodology for Analyzing the Sorption Activity of Activated Chaga Powder. Proceedings of the Conference "Pharmacy and Public Health", Yekaterinburg; 2014: 421 p. (in Russ)

6. Kochish I.I., Kapitonova E.A., Nikulin V.N. Efficiency of Zeolite-Containing Additives in Broiler Poultry Farming. Bulletin of the Orenburg State Agrarian University. 2020; 3 (83): 329-334. (in Russ)

7. Okolelova T.M. Production Risks in Industrial Poultry Farming and Loss Minimization: Monograph. Minsk: Information and Communication Center of the Ministry of Finance; 2024: 104 p. (in Russ)

8. RMG 61-2010 GSI. Accuracy, Trueness, and Precision Indicators for Quantitative Chemical Analysis Methods. Evaluation Methods. Uralsk; 2010: 58 p. (in Russ)

9. Ulimbashev MB, Golembovsky VV, Kapitonova EA, et al. Livestock Product Production and Processing Technology: A Tutorial. North Caucasus Federal Scientific Center. Stavropol: Stavropol-Service-School Publishing House; 2024: 207 p. (in Russ)

10. Yanchenko VV, Kapitonova EA. Results of Determining the Total Sorption Capacity of Methylene Blue with Respect to the Bypass Regulatory Complex. Current issues in biology, biotechnology, veterinary science, animal science, commodity science and processing of raw materials of animal and plant origin: Proceedings of the national scientific and practical conference, April 1, 2021: in 2 parts. Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MBA named after K.I. Skryabin. Moscow; 2021; II: 58-59. (in Russ)

Поступила в редакцию / Received: 22.08.2025

Поступила после рецензирования / Revised: 12.09.2025

Принята к публикации / Accepted: 30.09.2025

По заявкам ветспециалистов, граждан, юридических лиц проводим консультации, семинары по организационно-правовым вопросам, касающихся содержательного и текстуального анализа нормативных правовых актов по ветеринарии, практики их использования в отношении планирования, организации, проведения, ветеринарных мероприятий при заразных и незаразных болезнях животных и птиц. Консультации и семинары могут быть проведены на базе Санкт-Петербургского университета ветеринарной медицины или с выездом специалистов в любой субъект России.

**Тел/факс (812) 365-69-35, Моб. тел.: 8(911) 913-85-49,
e-mail: 3656935@gmail.com**