

ГЕПАТОСПЕЦИФИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У ГОМОИОТЕРМНЫХ ЖИВОТНЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СУСПЕНЗИИ ХЛОРЕЛЛЫ

Е. В. НЕСТЕРУК

УО «Гродненский государственный аграрный университет»,
г. Гродно, Республика Беларусь, e-mail: nestsiaruk0720@mail.ru

(Поступила в редакцию 21.06.2022)

Представитель зеленых микроскопических водных растений *Chlorella vulgaris* выступает существенным резервом улучшения питания животных за счет своего уникального состава. Известно, что содержание в хлорелле большого количества органических соединений способствует наиболее полному усвоению кормов, нормализации обменных процессов, получению стабильных приростов и сохранности молодняка. Эксперименты показали, что даже невысокая доза внесения суспензии хлореллы в корм для животных оказывает положительное влияние на рост и производительность. Это связано с наличием пигментов, антиоксидантов, провитаминов, витаминов и вещества для роста, известные как «фактор роста хлореллы» (CGF), которые могут стимулировать иммунную систему, увеличивать потребление и использование корма и способствовать размножению. Ценными компонентами богата не только клеточная масса хлореллы, но и культуральная среда, используемая для ее выращивания. Известно, что суспензия хлореллы может быть обогащена органическим селеном, который играет существенную роль в иммунорегуляции в организме.

В работе рассматривается влияние суспензии хлореллы (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck), штамм IBCEC-19), выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия, на уровень трансаминаз и фосфатазы в крови у гомойотермных животных.

Телятам черно-пестрой породы молочного периода выпаивали молоко с добавлением суспензии хлореллы и суспензии хлореллы, обогащенной селеном в количестве 300–500 мл. Установлено, что выраженный эффект набора живой массы телят, абсолютные и относительные приросты, оптимизация биохимических показателей крови наблюдаются при добавлении в молоко суспензии хлореллы, обогащенной селеном, в дозе 300 мл на 1 теленка.

Ключевые слова: гомойотермные животные, суспензия хлореллы, телята, биохимические показатели, селен, аланинаминотрансфераза (АЛТ), аспартаминаминотрансфераза (АСТ), щелочная фосфатаза (ЩФ).

*The representative of green microscopic aquatic plants *Chlorella vulgaris* acts as a significant reserve for improving animal nutrition due to its unique composition. It is known that the content of a large number of organic compounds in chlorella contributes to the most complete assimilation of feed, normalization of metabolic processes, obtaining stable growth and preservation of young animals. Experiments have shown that even a low dose of chlorella suspension in animal feed has a positive effect on growth and performance. This is due to the presence of pigments, antioxidants, provitamins, vitamins, and a growth agent known as "chlorella growth factor" (CGF), which can stimulate the immune system, increase feed intake and utilization, and promote reproduction. Not only the cell mass of chlorella is rich in valuable components, but also the culture medium used for its cultivation. It is known that chlorella suspension can be enriched with organic selenium, which plays an essential role in immunoregulation in the body.*

*The paper considers the effect of a suspension of chlorella (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck), strain IBCEC-19) grown on a nutrient medium enriched with sodium selenite on the level of transaminases and phosphatase in the blood of homoiothermic animals.*

Black-and-white calves of the dairy period were fed milk with the addition of a suspension of chlorella and a suspension of chlorella enriched with selenium in an amount of 300–500 ml. It has been established that a pronounced effect of gaining live weight by calves, absolute and relative gains, optimization of biochemical parameters of blood are observed when a suspension of chlorella enriched with selenium is added to milk at a dose of 300 ml per 1 calf.

Key words: homoiothermic animals, chlorella suspension, calves, biochemical parameters, selenium, alanine aminotransferase, aspartaminotransferase, alkaline phosphatase.

Введение

Первые эксперименты по контролируемому выращиванию монокультур водорослей, направленные на их практическое использование, начались в США в 1950-х годах, за ними последовали Израиль, Япония, Германия и Чехословакия [24, 34]. Внимание было сосредоточено главным образом на выбранных одноклеточных пресноводных штаммах хлореллы, характеризующихся высокой скоростью роста, высоким содержанием ценных компонентов [7, 13, 21] и устойчивостью к переменным условиям роста (таким как температура культивирования и интенсивность света, значения pH и CO₂, концентрация питательных веществ). Светопоглощение солнечной энергии для фотосинтеза у культуры хлореллы в восемь раз выше, чем у сельскохозяйственных растений [20].

К стимуляторам метаболических процессов, активирующих факторы неспецифической резистентности организма, клеточные и гуморальные реакции иммунитета, относят витамины (С, А, Е и др.) и некоторые гормональные вещества. Витамины, являясь коферментами или их частью, благодаря своей роли в обменных процессах, оказывают значительное влияние на систему иммунитета [6]. Источником таких соединений является штамм зеленых водорослей (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck), штамм IBCEC-19), выращенная на питательной среде, обогащенной селенитом натрия.

По данным С. С. Мельникова (1991) в 1 г массы сухого вещества водоросли содержится каротина (провитамина А) 1000–1600 мкг, витамина В₁– 2–18 мкг, В₂ – 21–28 мкг, В₆ – 9 мкг, С – 1300–1500 мкг, К – 6 мкг, РР – 110–180 мкг, Е – 10–350 мкг а также витамины D – 1000 мг и В₁₂ – 0,0025–0,1 мкг [7].

В состав микроводоросли хлореллы включены не только белок, витамины, микроэлементы, в ней также есть пигменты, одним из которых является хлорофилл, обладающий бактерицидным и антиоксидантным действием [5]; природный антибиотик «хлореллин», губительно влияющий на патогенную микрофлору [12]. Так же в ядре клетки хлореллы содержится уникальная по своему составу группа веществ – CGF, которая составляет до 18 % от общего веса водоросли и содержит свободные аминокислоты, пептиды, гликопротеины, полиамины, фитогормоны, некоторые витамины, минералы и другие, пока еще не определенные компоненты [21]. Данный экстракт способствует регенерации тканей, росту и делению клеток. Он стимулирует выработку лейкоцитов и фагоцитарную активность, а также способствует образованию лимфоцитов, продуцирующих антитела. При введении мышам экстракты повышали устойчивость к гамма-облучению, индуцируя кроветворение [30, 37].

Так, некоторые исследователи (Tanaka et al.) [16] выделили гликопротеин из хлореллы, который был способен уменьшать экспериментальные метастазы у мышей за счет повышения активности как хелперных, так и цитотоксических Т-лимфоцитов. О подобном влиянии перорально вводимого экстракта хлореллы на клеточный иммунитет у мышей также сообщили Justo et al. (2001) [26]. Этот экстракт, введенный мышам, пораженным опухолями, значительно стимулировал колонии гемопоэтических стволовых клеток в костном мозге и приводил к увеличению продолжительности жизни. Экстракты хлореллы также использовались при лечении хронического воспаления, экземы, язв голени, ожогов и других плохо заживающих ран [31, 32].

Поэтому данную микроводоросль следует рассматривать, как возможный биостимулятор, с иммунопрофилактирующим действием на животных, в том числе и на молодняк крупного рогатого скота.

Селен – микроэлемент антиоксидантной защиты организма, обладает мощным иммунорегуляторным действием. Важно, что селен поступает в организм животных вместе с суспензией хлореллы в органической форме, посредством аккумуляирования элемента в клетках водоросли, которая включает его в состав свободных аминокислот, белков, полисахаридов, каротиноидов и липидов [15, 33]. Этот микроэлемент оказывает влияние на скорость метаболизма в организме животных: регулирует скорость окислительно-восстановительных реакций, влияет на процессы тканевого дыхания и иммунобиологическую активность организма, а также нормализует белковый, углеводный и минеральный обмены, что обеспечивает оптимизацию физиологических процессов в организме телят. При сохранении оптимального гомеостаза микробиоценоза кишечника телят в молочный период обеспечивается его высокий уровень резистентности. Это особенно важно, так как нормальная микрофлора кишечника выступает в качестве первого и безопасного стимулятора иммунной системы телят.

Из литературных данных известно, что степень окисления селена в его растворимых неорганических соединениях является одним из решающих факторов, определяющим характер воздействия этого микроэлемента на продуктивность морского и пресноводного фитопланктона. Наименее токсичной и наиболее подходящей микроводорослям формой селена являются селениты металлов (Se IV) [3, 15, 29, 17, 38]. Поэтому, как источник селена в экспериментах используется, как правило, селенит натрия.

Интерес к добавлению в корма для животных селена, связанного с хлореллой, в последнее время возрос, поскольку клеточный селен накапливается при выращивании водорослей в присутствии высоких уровней селенита в клетке, селен связывается с белками, 70 % из которых представлены селенометионином [35].

Таким образом, с точки зрения биологической ценности большое значение имеет скармливание хлореллы животным именно в виде суспензии, а не в сухом или пастообразном виде, так как около половины ее метаболитов находится в самой культуральной среде.

Целью данного исследования был анализ некоторых биохимических показателей крови у молодняка крупного рогатого скота после добавления суспензии хлореллы *Chlorella vulgaris* (Beijerinck) штамма IBCEC-19 и суспензии хлореллы *Chlorella vulgaris* (Beijerinck) штамма IBCEC-19 обогащенной селеном к их основному рациону.

Основная часть

Для изучения влияния суспензии хлореллы на молодняк крупного рогатого скота было проведено 3 научно-хозяйственных опыта. Все эксперименты были сведены в единый методологический ком-

плекс. Подопытные животные во всех опытах содержались в одинаковых условиях, индивидуально в клетках, без выгула, обслуживались постоянными операторами, получали равное количество концентратов. Опыты проводили на телятах черно-пестрой породы, живой массой от 36 до 56 кг по 20 голов в каждой группе, от пятнадцатидневного до месячного возраста. Продолжительность каждого опыта составила 30 календарных дней, в каждом формировалось 3 группы животных (контрольная и две опытных). Подбор групп проводили по принципу пар-аналогов, на основании документации зоотехнического учета, данных взвешиваний, визуальной оценке (Овсянников А. И., 1976) [10] и результатам исследований показателей крови. Условия кормления животных отражены в табл. 1.

Таблица 1. Условия кормления животных

Группы	Условия кормления
Опыт 1	
Контрольная группа	Стартерная смесь + цельное молоко (4 л) в сутки на теленка
Опытная группа I	Стартерная смесь + цельное молоко (4 л) + 300 мл суспензии хлореллы, выращенной на стандартной питательной среде в сутки на теленка
Опытная группа II	Стартерная смесь + цельное молоко (4 л) + 300 мл суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия в сутки на теленка
Опыт 2	
Контрольная группа	Стартерная смесь + цельное молоко (4 л) в сутки на теленка
Опытная группа III	Стартерная смесь + цельное молоко (3,8 л) + 400 мл суспензии хлореллы, выращенной на стандартной питательной среде в сутки на теленка
Опытная группа IV	Стартерная смесь + цельное молоко (3,8 л) + 400 мл суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия в сутки на теленка
Опыт 3	
Контрольная группа	Стартерная смесь + цельное молоко (4 л) в сутки на теленка
Опытная группа V	Стартерная смесь + цельное молоко (3,75 л) + 500 мл суспензии хлореллы, выращенной на стандартной питательной среде в сутки на теленка
Опытная группа VI	Стартерная смесь + цельное молоко (3,75 л) + 500 мл суспензии хлореллы, выращенной на питательной среде, обогащенной селенитом натрия в сутки на теленка

Известно, что кровь является индикатором изменений организма под влиянием внешних факторов, в связи с чем, представляло научный интерес изучение воздействия индивидуального способа выпойки суспензии хлореллы штамма *Chlorella vulgaris* (Beijerinck) IBCEC-19 на некоторые биохимические показатели молодняка крупного рогатого скота. В молоко суспензию хлореллы добавляли с одинаковой численностью клеток.

В сыворотке крови бычков определяли аланинаминотрансферазу (АЛТ) и аспартаминотрансферазу (АСТ), щелочную фосфатазу (ЩФ). Биохимический анализ крови проводили на биохимическом анализаторе DIALABAutolyser на базе НИЛ УО «ГГАУ», согласно методическим указаниям по биохимическому исследованию крови животных с использованием диагностических наборов (МУ № 02-1-30/366 от 20.12.2016). Кровь отбирали на 1-ый и 30-ый день опыта. Результаты биохимических исследований сыворотки крови бычков представлены в табл. 2.

Биохимический состав крови.

Анализ показал, что основные показатели крови подопытных животных в начале и в конце опыта находились в пределах физиологической нормы. При белковом обмене в организме животного одними из наиболее значимых являются процессы переаминирования, которые осуществляются при помощи аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспартаминотрансферазы (АСТ), в результате обратимого процесса переноса аминной группы аминокислот на кетокислоты. Эти ферменты оказывают существенное влияние на синтез белка в организме. В клинической биохимии большое значение имеют показатели АЛТ и АСТ, поскольку при действии стресс-факторов, дисфункциях, деструкции клеток активность этих ферментов в крови значительно увеличивается [0]. Результаты биохимических исследований АЛТ и АСТ сыворотки крови телят представлены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что во всех трех научно-хозяйственных экспериментах, в опытных группах, животным которых задавали суспензию хлореллы, обогащенной селеном, наблюдается тенденция к снижению уровня АЛТ.

Так, в первом опыте, у животных II-й опытной группы, уровень АЛТ был ниже, по сравнению с контролем на 3,04 ед/л, или 9,69 %. Во втором опыте, введение в рацион суспензии хлореллы, обогащенной селеном, в рацион телят сказалось также снижением активности АЛТ в крови животных IV-й опытной группы на 3,21 ед/л, или 12,30 %.

Таблица 2. Результаты биохимических исследований АЛТ и АСТ сыворотки крови телят (n=10)

Биохимические исследования сыворотки крови телят при выпойке суспензии хлореллы и суспензии хлореллы, обогащенной селеном в количестве 300 мл на теленка в сутки			
Показатель	Группа		
	Контрольная	Опытная I	Опытная II
В начале опыта	АЛТ, ед/л		
В конце опыта	12,54±0,9	12,84±1,0	12,15±1,0
	34,41±1,15	32,75±1,36	31,37±1,69
В начале опыта	АСТ, ед/л		
В конце опыта	38,41±1,84	38,20±1,86	39,42±2,13
	61,58±1,71	62,36±1,70	60,79±1,75
Биохимические исследования сыворотки крови телят при выпойке суспензии хлореллы и суспензии хлореллы, обогащенной селеном в количестве 400 мл на теленка в сутки			
Показатель	Группа		
	Контрольная	Опытная III	Опытная IV
В начале опыта	АЛТ, ед/л		
В конце опыта	23,50±1,6	24,60±1,7	27,44±3,2
	29,30±1,4	29,29±1,78	26,09±0,9
В начале опыта	АСТ, ед/л		
В конце опыта	45,07±2,9	42,34±1,2	41,99±2,2
	68,07±2,42	61,34±1,2	61,99±2,2
Биохимические исследования сыворотки крови телят при выпойке суспензии хлореллы и суспензии хлореллы, обогащенной селеном в количестве 500 мл на теленка в сутки			
Показатель	Группа		
	Контрольная	Опытная V	Опытная VI
В начале опыта	АЛТ, ед/л		
В конце опыта	21,69±1,34	19,67±0,9	20,80±1,2
	35,30±1,1	34,31±0,9	32,93±1,4
В начале опыта	АСТ, ед/л		
В конце опыта	48,09±2,5	46,19±1,5	51,00±1,7
	68,12±2,5	71,04±1,9	65,61±1,4

* – достоверно отличается от контроля при $p < 0,05$, ** – достоверно отличается от контроля при $p < 0,01$, *** – достоверно отличается от контроля при $p < 0,001$.

В третьем опыте уровень АЛТ у животных в контрольной группе составил 35,30 ед/л, а у животных в VI-й опытной группе, этот показатель составил 32,93 ед/л, что на 2,37 ед/л, или 7,19 % меньше, по сравнению с контролем.

Такое снижение активности фермента АЛТ объясняется, в том числе, присутствием микроэлемента селена, который снижает токсическое влияние на клетки печени организма, тем самым позволяя уменьшить уровень АЛТ.

Введение хлореллы в рацион сказалось понижением активности АСТ в крови животных II-й, III-й, IV-й и VI-й опытных групп по сравнению с животными, из контроля.

Анализ показал, что в первом научно-хозяйственном опыте, активность АСТ во II-й опытной группе была ниже, но незначительно, на 12,9 %. Во втором опыте, этот показатель у животных III-й и IV-й опытных групп, был ниже в среднем на 10,39 %, по сравнению с контролем. В третьем опыте, у животных VI-й группы уровень АСТ также был ниже, хоть и незначительно, на 3,82 %.

Зарубежными исследователями [22] обнаружено, что *Chlorella* обладает гепатозащитным действием, поскольку смягчает токсические эффекты афлатоксинов. Результаты этих исследований согласуются с Peng et al. (2009), которые сообщили о гепатопротекторном эффекте хлореллы против индуцированного четыреххлористого углерода (CCl_4) у крыс, основным механизмом которого, вызывающим повреждение печени, является окислительный стресс [23].

Щелочная фосфатаза (ЩФ) содержится во всех органах и тканях животных, особенно много её в костной ткани, печени, слизистой оболочке кишечника. Фермент щелочная фосфатаза используется в диагностике как индикатор повреждения печени. Примечательно, что у телят активность щелочной фосфатазы в 5–15 раз выше, чем у взрослых коров, что обусловлено гиперфункцией остеобластов [4]. Так, согласно (Ježek, 2007), колебания содержания щелочной фосфатазы, в организме телят, в 3–8 недельном возрасте варьирует от 132,8±57,0 до 216,2±97,7 (Ед/л) [25].

Установлено, что у молодняка крупного рогатого скота I-й и II-й опытных групп уровень щелочной фосфатазы был достоверно выше и составил 160,69±11,3 (ед/л) и 174,31±7,6 (ед/л) ($p < 0,01$), соответственно, по сравнению с показателями у животных из контрольной группы – 138,87±7,0 (ед/л). Во втором опыте уровень содержания щелочной фосфатазы у телят контрольной группы на конец опыта

составил $127,53 \pm 11$ (ед/л), у телят III-й опытной группы – $177,94 \pm 6,9$ (ед/л) ($p < 0,01$), у IV-й опытной группы – $164,0 \pm 4,2$ (ед/л) ($p < 0,05$). Результаты третьего опыта также показали, что у телят, которым задавали суспензию хлореллы и суспензию хлореллы, обогащенную селеном, уровень щелочной фосфатазы был выше, чем у телят, получавших общехозяйственный рацион, и составил $191,60 \pm 7,9$ (ед/л) ($P < 0,01$) у животных V-й опытной группы и $181,50 \pm 9,8$ (ед/л) ($p < 0,05$) у животных VI-ой опытной группы. В то время как у животных из контрольной группы этот показатель был равен $147,50 \pm 6,0$ (ед/л).

По результатам полученных данных видно, что содержание щелочной фосфатазы у животных опытных групп, во всех трех научно-хозяйственных опытах выше, по сравнению с показателями у животных контрольных групп. Полученные результаты является статистически значимыми. В сыворотке крови молодых быстрорастущих животных преобладает изофермент, содержащийся в костной ткани, у взрослых животных его активность снижается [0]. У молодняка высокое содержание щелочной фосфатазы, является признаком интенсивного роста костяка.

Повышение продуктивности и оптимизация биохимических показателей крови под влиянием селена объясняется его адаптогенным влиянием, обеспечивающим предупреждение или нивелирование последствий кормовых стрессов и стрессов, связанных с нарушением содержания гомеотермных животных [1].

Следовательно, введение в рацион телят суспензии хлореллы и суспензии хлореллы с добавлением селена активизировало физиологические процессы и способствовало оптимизации их некоторых биохимических показателей.

Заключение

Результаты исследований показали статистически достоверные отличия по некоторым биохимическим показателям сыворотки крови при выпойке суспензии хлореллы *Chlorella vulgaris* (Beijerinck), штамма IBCEC-19 и суспензии хлореллы *Chlorella vulgaris* (Beijerinck), штамма IBCEC-19, обогащенной селеном. Введение *Chlorella vulgaris*, с добавлением селена в рацион телят, опытных групп, оказало эффект на активность ферментов АЛТ и АСТ. Во всех научно-хозяйственных опытах наблюдалось снижение активности АЛТ и АСТ у гомеотермных животных у II-ой, IV-ой и VI-ой опытных групп. Применение суспензии хлореллы в основном рационе телят, продемонстрировало стимулирующий эффект на рост щеточной фосфатазы в крови подопытных животных. По результатам полученных данных видно, что содержание щелочной фосфатазы у животных опытных групп, во всех трех научно-хозяйственных опытах выше, по сравнению с показателями у животных контрольных групп. Полученные результаты являются статистически значимыми.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блинохватов, А. Ф. Селен в биосфере / А. Ф. Блинохватов, Г. В. Денисова. – Пенза: Пенз. гос. с.-х. акад., 2001. – 323 с.
2. Борознов, С. Л. Биохимические показатели крови высокопродуктивных коров и новорожденных телят / С. Л. Борознов, А. П. Курдеко, А. А. Мацинович // Учен. зап. УО «Витеб. гос. акад. ветеринар. медицины». – 2006. – Т. 42, вып. 1, ч. 1. – С. 10–13.
3. Влияние селена на рост микроводоросли *Spirulina platensis* (Nords.) в накопительной квазинепрерывной культуре / Г. С. Минюк [и др.] // Экология моря. – 2000. – Т. 54. – С. 42–49.
4. Григорьева, Т. Е. Изоферментный состав щелочной фосфатазы сыворотки крови крупного рогатого скота в зависимости от возраста и физиологического состояния животных / Т. Е. Григорьева, Е. В. Юрьева, Г. И. Иванов // С.-х. биология. – 1991. – № 4. – С. 40–43.
5. Действие биогелей из морских водорослей на облигатную микрофлору кишечника / Н. М. Аминина [и др.] // Здоровье. Мед. экология. Наука. – 2009. – № 4–5. – С. 20–23.
6. Лазарева, Д. Н. Стимуляторы иммунитета / Д. Н. Лазарева, Е. К. Алехин. – М.: Медицина, 1985. – 256 с.
7. Мельников, С. С. Хлорелла: физиологически активные вещества и их использование / С. С. Мельников, Е. Е. Мананкина. – Минск: Наука і тэхніка, 1991. – 77 с.
8. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник / И. П. Кондрахин [и др.]; под общ. ред. И. П. Кондрахина. – М.: Колос, 2004. – 519 с.
9. Минюк, Г. С. Влияние селена на жизнедеятельность морских и пресноводных микроводорослей (обзор) / Г. С. Минюк, И. В. Дробецкая // Экология моря. – 2000. – Т. 54. – С. 26–37.
10. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – М.: Колос, 1976. – 303 с.
11. Особенности накопления селена и его биологическая роль у водорослей (обзор) / О. И. Боднар [и др.]. – Киев; Институт гидробиологии НАН Украины: Гидробиологический журнал, 2014. – № 5. – Т. 50. – С. 72–79.
12. Сальникова, М. Я. Хлорелла – новый вид корма / М. Я. Сальникова. – М.: Колос, 1977. – 95 с.
13. Станчев, П. И. Экзометаболиты водорослей и их биологически активные вещества / П. И. Станчев // Гидробиология. – 1980. – № 10. – С. 70–77.
14. Струпуль, Н. Э. Аккумуляция селена гидробионтами Японского моря в естественных и экспериментальных условиях: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16; 03.00.23 / Н. Э. Струпуль; Дальневост. гос. ун-т. – Владивосток, 2003. – 24 с.
15. Тамбиев, А. Х. Аккумуляция селена микроводорослями и цианобактериями / А. Х. Тамбиев, Н. Н. Кирикова // Экология моря. – 2000. – Т. 54. – С. 38–41.

16. A novel glycoprotein obtained from *Chlorella vulgaris* strain CK22 shows antimetastatic immunopotential / K. Tanaka [et al.] // *Cancer Immunology, Immunotherapy*. – 1998. – Vol. 45, № 6. – P. 313–320.
17. Bioaccumulation and toxicity of selenium compounds in the green alga *Scenedesmus quadricauda* / D. Umysová [et al.] // *BMC Plant Biology*. – 2009. – Vol. 9, № 58. – P. 1–16.
18. Boisson, F. Plankton from the northwestern Mediterranean Sea / F. Boisson, M. Romeo // *Water Research*. – 1996. – Vol. 30, № 11. – P. 2593–2600.
19. Daniels, L. A. Selenium metabolism and bioavailability / L. A. Daniels // *Biol. Trace Element Research*. – 1996. – Vol. 54, № 3. – P. 185–199.
20. Doucha, J. High density microalgal culture / J. Doucha, K. Livanský // *Algal Biorefineries: [in 2 vol.]* / ed. by R. Bajpai, A. Prokop, M. Zappi. – Dordrecht, 2014. – Vol. 1: Cultivation of Cells and Products. – P. 147–173.
21. Doucha, J. The chlorella programme in the Czech Republic [Electronic resource] / J. Doucha // *Research Gate*. – Mode of access: https://www.researchgate.net/publication/258697445_The_Chlorella_Programme_in_the_Czech_Republic. – Date of access: 14.04.2022.
22. Efficacy of *Chlorella pyrenoidosa* to ameliorate the hepatotoxic effects of aflatoxin B1 in broiler chickens / Z. Subhani [et al.] // *Pakistan Veterinary J.* – 2018. – Vol. 38, № 1. – P. 13–18.
23. Hepatoprotection of chlorella against carbon tetrachloride-induced oxidative damage in rats / H.-Y. Peng [et al.] // *In Vivo*. – 2009. – Vol. 23, № 5. – P. 747–754.
24. Iwamoto, H. Industrial production of microalgal cell-mass and secondary products—major industrial species / H. Iwamoto // *Handbook of microalgal mass cultures: biotechnol. a. appl. phycol.* / ed. by A. Richmond. – Oxford, 2004. – Chap. 11. – P. 255–263.
25. Ježek, J. The dynamics of serum immunoglobulin concentrations and hematological and biochemical parameters in the period to the age of 24 weeks in differently reared calves / J. Ježek. – Slovenija; Ljubljana: Univerza v Ljubljani, Veterinarska fakulteta, 2007. – 172 p.
26. Justo, G. Z. Effects of green algae *Chlorella vulgaris* on response of host hemopoietic system to intraperitoneal Ehrlich ascites tumor transplantation in mice / G. Z. Justo, M. R. Silva, M. L. S. Queiroz // *Immunopharmacology a. Immunotoxicology*. – 2001. – Vol. 23, № 1. – P. 119–132.
27. Kaneko, J. J. Serum proteins and the dysproteinemias / J. J. Kaneko // *Clinical biochemistry of domestic animals* / ed.: J. J. Kaneko, J. W. Harvey, M. L. Bruss. – 5th ed. – San Diego, 1997. – P. 117–138.
28. Kiffney, P. The toxicity and bioaccumulation of selenate, selenite and seleno-L-methionine in the cyanobacterium *Anabaena flos-aquae* / P. Kiffney, A. Knight // *Arch. of Environmental Contamination a. Toxicology*. – 1990. – Vol. 19, № 4. – P. 488–494.
29. Preferential uptake of Se (IV) over Se (VI) and the production of dissolved organic Se by marine phytoplankton / M. Hu [et al.] // *Marine Environmental Research*. – 1997. – Vol. 44, № 2. – P. 225–231.
30. Rotkowska, D. The radioprotective effects of aqueous extract from chlorococcal freshwater algae (*Chlorella kessleri*) in mice and rats / D. Rotkowska, A. Vacek, A. Bartonickova // *Strahlentherapie. Onkologie*. – 1989. – Bd. 165, № 11. – S. 813–816.
31. Rydlo, O. Verwendung einiger Mikroalgen in der praktischen Pharmazie / O. Rydlo // *Pharmazie*. – 1973. – № 6. – P. 146–147.
32. Šafář, F. Algoterapie / F. Šafář // *Praktický lékař*. – 1975. – Vol. 55. – P. 641–648.
33. Selenium-containing amino acids and proteins in marine algae / N. R. Bottino, C. H. Banks, K. J. Irgolic [et al.] // *Phytochemistry*. – 1984. – Vol. 23, № 11. – P. 2445–2452.
34. Soeder, C. J. An historical outline of applied algology / C. J. Soeder // *Handbook of microalgal mass cultures* / ed. by A. Richmond. – Boca Raton, 1986. – P. 25–41.
35. Synthesis and structure characterization of selenium metabolites / T. W.-M. Fan [et al.] // *Analyst*. – 1998. – Vol. 123, № 5. – P. 875–884.
36. The effect of selenate, selenite, and sulfate on the growth of six unicellular marine algae / A. Wheeler [et al.] // *J. of Experimental Marine Biology a. Ecology*. – 1982. – Vol. 57, № 2-3. – P. 181–194.
37. Vacek, A. Radioprotection of haemopoiesis conferred by aqueous extract from chlorococcal algae (*Ivastimul*) administered to mice before irradiation / A. Vacek, D. Rotkowska, A. Bartoničková // *Experimental Hematology*. – 1990. – Vol. 18, № 3. – P. 234–237.
38. 硒的积累及其与大螺旋藻、*S. platensis*和 *S. subsalsa*中蛋白质、多糖和脂质的结合研究 / ZH. 志刚 [et al.] // *海洋学与海洋学杂志*. – 1997. – 卷 28, 第 4. – 页 363–370. (Study on the accumulation of selenium and its binding to the proteins, polysaccharides and lipids from *Spirulina maxima*, *S. platensis* and *S. subsalsa* / Zh. Zhigang [et al.] // *Oceanologia et Limnologia Sinica*. – 1997. – Vol. 28, № 4. – P. 363–370).