

УДК 664.681

**ВЫБОР НОСИТЕЛЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИММОБИЛИЗАЦИИ  
КОЛЛОИДНЫХ СТРУКТУР МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ЕГО  
ПОВЕРХНОСТИ**

**Елена Владимировна Белокурова**

кандидат технических наук, доцент

[zvezdamal@mail.ru](mailto:zvezdamal@mail.ru)

**Мартин Александрович Саргсян**

аспирант

[mrmartinok@mail.ru](mailto:mrmartinok@mail.ru)

Воронежский государственный университет инженерных технологий

г. Воронеж, Россия

**Аннотация.** В статье рассматривается возможность применения различных материалов в качестве носителей для иммобилизации на их поверхности коллоидных структур эссенциальных элементов. Разобрана возможность применения в качестве диспергированной фазы коллоидных растворов селена и серебра. Выбраны в качестве носителей полимерные источники, такие как: хитозан, агар, коллаген, кератин. Учтены подходящие для выбранной композиции методы иммобилизации.

**Ключевые слова:** иммобилизация, коллоидный селен, коллоидное серебро, хитозан, агар, коллаген, кератин.

Коррекция получаемых организмом микроэлементов в практической медицине и пищевом производстве приобретает всё больше сторонников, убеждённых в жизненной необходимости восполнения эссенциальных микроэлементов для успешной превенции различных патологий, особенно если брать в учет отсутствие синтеза данных микроэлементов в нашем организме. Последствием регулярного потребления ряда элементов в избыточном или недостаточном количестве может стать развитие в организме микроэлементозов. Зачастую нехватка необходимых к питанию микроэлементов в окружающей среде является последствием антропогенного загрязнения городов токсическими элементами. Рядом с промышленными предприятиями образуются техногенные биогеохимические провинции с повышенным содержанием в биосфере таких элементов, как свинец, мышьяк, марганец, ртуть, никель и др. Индустриальные города – экстремальная зона обитания, чья биосфера загрязнена солями тяжелых металлов индустриального происхождения. Возможность микроэлементов оказывать друг на друга синергическое и антагонистическое воздействие приводит к замещению необходимых для нормального функционирования человека эссенциальных элементов. В той же степени это может привести и к их избыточному накоплению в организме. Следовательно, для персонала промышленно-производственных предприятий с зафиксированным избыточным содержанием ряда элементов крайне важным становится корректировка питания с целью уменьшения их накопления. Стоит помнить, что любой компонент пищи употребляемый в избыточном количестве оказывает на организм токсическое воздействие. Поэтому необходимость в подобной коррекции питания может возникнуть только после установленной этиологии связанной с гипо- или гиперэлементозами. В связи с ранее сказанным особую актуальность приобретает разработка технологий иммобилизации необходимых для жизни элементов в основные продукты питания [1].

В качестве антагонистов наиболее часто встречающимся антропогенным загрязнителям можно выделить селен и серебро. Селен оказывает

антагонистичное воздействие на такие элементы как: ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, таллий, теллур, ванадий. В свою очередь, серебро антагонистично меди. Селен относят к эссенциальным микроэлементам. Селен является составным компонентом более 30 жизненно важных биологически активных соединений организма человека. Он входит в активные центры ферментов системы антиоксидантной защиты организма, метаболизма нуклеиновых кислот, липидов, гормонов. В составе антиоксидантного фермента глутатионпероксидазы селен содержится практически в каждой клетке, защищая ее от избытка кислорода, перекисей и свободных радикалов. Последние непрерывно вырабатываются самим организмом в ходе клеточного дыхания, достигая особенно высоких концентраций при стрессе, переутомлении, лихорадках и интоксикациях. Наибольшее количество селена сконцентрировано в печени, почках, селезенке, поджелудочной железе и семенниках. В тоже время эссенциальность серебра на данный момент изучена слабо. Однако серебро обладает ярко выраженными антимикробными свойствами, что может помочь обеспечить готовому изделию более длительный период хранения. Не стоит забывать о том, что серебро является тяжелым металлом и при избыточном его потреблении приводит к накоплению в организме, с возможным развитием заболеваний кожного покрова и кишечника. Селен же при избыточном потреблении приводит к ингибированию окислительно-восстановительных ферментов, к нарушению биосинтеза коллагена и эластина, к анемии и алопеции [2,3].

В качестве вносимой в рецептуру фазы эффективнее использовать коллоидные структуры выбранных элементов. Их иммобилизация на полимерных носителях производится с целью повышения способности к стабилизации и сохранению вносимых в рецептуру компонентов. В качестве носителя весьма перспективны полимерные соединения, такие как: хитозан, агар-агар, коллаген, кератин.

Хитозан – природный полисахарид, получаемый дезацетилизированием хитина. Активно применяется в качестве носителя благодаря таким свойствам,

как высокая биосовместимость, низкая токсичность, биodeградируемость, способность образовывать волокна и пленки и т.д. Этому в немалой степени способствует наличие в молекуле хитозана активной аминогруппы, которая в мягких условиях может взаимодействовать с функциональными группами иммобилизуемого соединения. Однако при этом всегда возникает необходимость выбора подходящего сочетающего агента, обеспечивающего максимальную активность биологически активного соединения в иммобилизованном состоянии. Хитозан получаемый из хитина имеет не высокую стоимость и доступность в больших количествах, являясь отходом промышленной переработки креветок и крабов. Хитозан имеет свободные аминогруппы, поэтому может использоваться для ковалентной иммобилизации с помощью бифункциональных реагентов [4].

Агар-агар - смесь полисахаридов агарозы и агаропектина, получаемая путём экстрагирования из красных и бурых водорослей. Гели агара образуются при охлаждении до температуры ниже 38 °С. После высушивания гель агара превращается в прозрачную пленку, что позволяет использовать для изучения иммобилизованных в геле препаратов оптические методы. Преимущества агара – сравнительно не высокая стоимость, нетоксичность и способности формировать механически прочные гели даже при малых концентрациях в растворе. К гелю агара применима иммобилизация в массе носителя [5].

Коллаген — фибриллярный белок, составляющий основу соединительной ткани организма и обеспечивающий её прочность и эластичность. Некоторые типы коллагенов, включая коллаген типа -I, образуют характерные поперечно-полосатые фибриллы. Фибриллы образованы множеством параллельно-ориентированных молекул тропоколлагена и представляют собой следующий более высокий уровень организации коллагена. Особенностью этого белка является высокая гидрофильность. Легкость выделения коллагена и наличие большого числа групп для связывания ферментов делают возможным его использование в качестве носителя. Коллаген используют и в виде

модифицированных производных. К коллагену применима адсорбционная иммобилизация на поверхности носителя [6].

Кератин – один из самых распространенных и в основном неиспользуемых непищевых белков, являющийся основным компонентом шерсти, шелка, перьев и др. Кератин шерсти рассматривается как потенциальный эффективный сорбент для извлечения токсичных химических соединений и ионов металлов благодаря наличию функциональных групп с кислотными и основными свойствами, а также большому количеству отходов, образующихся при переработке шерстяного волокна. Несмотря на их ценные свойства, кератиновые отходы довольно сложно утилизировать. Белковые молекулы содержат определенный набор аминокислот с уникальными свойствами и характерными функциональными группами, такими как карбоксильные, аминогруппы и дисульфидные мостики. Это определяет способность кератина шерсти к селективному связыванию ионов различных металлов, а также органических соединений и, таким образом, открывает возможность нетрадиционного использования шерсти в различных технологических процессах. За счет своих свойств кератин может применяться в качестве носителя посредством адсорбционной иммобилизации [7].

Коррекция рациона населения проживающего или работающего близ промышленно-производственных предприятий остается целесообразной в качестве превенции и лечения возникающих дисбалансов на фоне содержания биологически значимых элементов. Целесообразно применение функциональных продуктов питания обогащенных пищевыми добавками на основе полимерных носителей с внесением коллоидных соединений элементов необходимых для дальнейшего восстановления микроэлементного баланса.

### **Список литературы:**

1. Токсические микроэлементозы в клинике профессиональных болезней / Н.А. Рущенко, Н.С. Журавская, Б.В. Окунь [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 3. С. 133.
2. Шестакова Н.В. Дефицит селена // Молодежь и наука. 2017. № 4-1. С. 66.
3. Беляева, Н.Н., Николаева Н.И., Вострикова Н.И. Воздействие на печень, почку и семенник теплокровных животных наночастиц серебра и сульфата серебра // Modern Science. 2019. № 7-1. С. 144-146.
4. Иммуобилизация овомукоида на хитозане / И.М. Шаназарова, Л.И. Валуев, И.Л. Валуев, Т.А. Валуева, И.В. Обыденнова // Прикладная биохимия и микробиология. 2007. Т. 43. № 2. С. 169-171.
5. Арженевская В.П. Желирующие вещества // Академическая публицистика. 2018. № 7. С. 6-9.
6. Взаимодействие флавонола кверцетина с коллагеном / Е.А. Ягольник, Е.Н. Музафаров, Ю.А. Ким, Ю.С. Тараховский // Известия Тульского государственного университета. Естественные науки. 2015. № 2. С. 121-132.
7. Никифорова Т.Е., Козлов В.А., Сионихина А.Н. Особенности сорбции ионов меди(II) модифицированным кератином шерсти // Физикохимия поверхности и защита материалов. 2019. Т. 55. № 5. С. 496-506.

**UDC 664.681**

**SELECTION OF A CARRIER FOR IMMOBILIZATION OF  
COLLOIDAL STRUCTURES OF MINERAL ON ITS SURFACE**

**Elena V. Belokurova**

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor  
zvezdamal@mail.ru

**Martin A. Sargsyan**

Postgraduate student

mrmartinok@mail.ru

Voronezh State University of Engineering Technologies

Voronezh, Russia

**Abstract.** The article considers the possibility of using various materials as carriers for the immobilization of essential elements on their surface. The possibility of using colloidal solutions of selenium and silver is analyzed. Polymer sources such as chitosan, agar, collagen, keratin were selected as carriers. Suitable methods of immobilization have been selected.

**Key words:** immobilization, colloidal selenium, colloidal silver, chitosan, agar, collagen, keratin.

Статья поступила в редакцию 29.03.2022; одобрена после рецензирования 11.04.2022; принята к публикации 12.05.2022.

The article was submitted 29.03.2022; approved after reviewing 11.04.2022; accepted for publication 12.05.2022.