

УДК 636.597

**ХИТОЗАН: СТРУКТУРА, СВОЙСТВА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ****Камская В.Е.***Башкирский государственный аграрный университет, Уфа, e-mail:hooliganka-777@mail.ru*

В статье приводится информация по использованию хитозана, который представляет собой полидисперсный по молекулярной массе полимер D-глюкозамина содержащий 5-15% ацетамидных групп а также до 1% групп соединенных с аминокислотами и пептидами. Хитозан имеет уникальную биологическую активность, которая может индуцировать устойчивость к вирусным заболеваниям у растений, ингибировать вирусные инфекции у животных и предотвращать развитие фаговых инфекций в зараженной культуре микроорганизмов. Способность хитозана осветлять технологические жидкости используется в производстве соков, пива, вин, молочной сыворотке, промывных вод, фаршевого производства подпрессовых бульонов и других низко концентрированных жидкостей содержащих мелкодисперсные частицы органических соединений различной природы. Положительно заряженный хитозан взаимодействует с отрицательно заряженной кожей и волосами. На этой биоадизивной способности основано их применение в составе косметических средств. Проявление свойств сорбента и частично эмульгата обуславливает липофильный эффект хитозана. В отличие от растительной клетчатки и других сорбентов природного происхождения, хитозан действует более эффективно благодаря своей уникальной молекулярной структуре. Первичные аминогруппы хитозана либо его комплексов по эффективности связывание ионов тяжелых металлов и радионуклидов в десятки раз превосходят ионообменные смолы. В обзоре приводятся данные по испытанию свойств хитозана в экспериментах с сельскохозяйственными животными, выращиваемыми на загрязнённых кормах. Полученные результаты показали, что хитозан, введённый в рацион животных, питавшихся загрязнёнными кормами, позволил понизить уровень загрязнения молока и мяса подопытных животных.

**Ключевые слова.** хитозан, энтеросорбент, профилактика инфекций, продуктивность**CHITOSAN: STRUCTURE, PROPERTIES AND USING****Kamskaya V.E.***Bashkir State Agrarian University, Ufa, e-mail:hooliganka-777@mail.ru*

The article contains information on the use of chitosan, which is a polydisperse polymer by molecular weight D-glucosamine containing 5-15% acetamide groups and up to 1% of the groups linked to amino acids and peptides. Chitosan has unique biological activities that can induce resistance to viral diseases in plants, to inhibit viral infection in animals and prevent the development of phage infection in an infected culture of microorganisms. The ability of chitosan to clarify process fluids used in the production of juices, beer, wine, milk whey, wash water, minced production broths and other low concentrated liquid containing fine particles of organic compounds of different nature. The positively charged chitosan interact with negatively charged skin and hair. This capability is based their use in cosmetics. The manifestation of the properties of the sorbent and partly lipophilic emulsifier determines the effect of chitosan. In contrast to the plant fiber and other naturally occurring adsorbents, chitosan is more effective due to its unique molecular structure. The primary amino groups of chitosan or its complexes for efficient binding of ions of heavy metals and radionuclides in the tens of times greater than the ion exchange resins. The review presents data on testing of the properties of chitosan in experiments with farm animals are raised on contaminated feed. The results showed that chitosan, introduced in the diet of animals that ate contaminated feed, allowed to reduce the level of contamination of milk and meat in laboratory animals.

**Keywords.** chitosan, enterosorbent, infection prevention, productivity

Хитозан – природный полимер XXI века. Уникальные свойства хитина и хитозана привлекают внимание большого числа специалистов самых разных специальностей. Роль полимеров в нашей жизни является общепризнанной, и все области их применения в быту, промышленном производстве, науке, медицине, культуре трудно даже просто перечислить. Если до XX века человеком использовались полимеры природного происхождения – крахмал, целлюлоза (дерево, хлопок, лен), природные полиамиды (шелк), природные полимерные смолы на основе изопрена – каучук, гуттаперча, то развитие химии органического синтеза в XX веке привело к появлению в различных областях деятельности человека огромного разнообразия полимеров синтетического происхождения – пластмасс, син-

тетических волокон и т.п. Прошедший технологический прорыв не только кардинально изменил нашу жизнь, но и породил массу проблем, связанных с охраной здоровья человека и защитой окружающей среды.

Поэтому закономерным является большой интерес науки и промышленности к поиску и использованию полимеров природного происхождения, таких как хитин и хитозан. Эти полимеры обладают рядом интереснейших свойств, высокой биологической активностью и совместимостью с тканями человека, животных и растений, не загрязняют окружающую среду, поскольку полностью разрушаются ферментами микроорганизмов, могут широко применяться в проведении природоохранных мероприятий.

В основе получения хитозана лежит реакция отщепления от структурной единицы

хитина-N-ацетил-D-глюкозамина ацетильной группировки или реакция деацетилирования. Транс-расположение в элементарном звене макромолекулы хитина заместителей (ацетамидной и гидроксильной групп) у C2 и C3 обуславливает значительную гидролитическую устойчивость ацетамидных групп в том числе и в условиях щелочного гидролиза [18]. Поэтому отщепление ацетамидных групп удается осуществить лишь в сравнительно жестких условиях - при обработке 40-49% -ным водным раствором NaOH при температуре 110-1400С в течение 4-6 часов. Однако и в этих условиях степень деацетилирования (доля отщепившихся ацетамидных групп в расчете на одно элементарное звено) не достигает единицы, то есть не обеспечивается количественное удаление этих групп составляя обычно 0 8-0 9.

Реакция сопровождается одновременным разрывом гликозидных связей полимера т.е. уменьшением молекулярной массы изменением надмолекулярной структуры степени кристалличности и т.д. Таким образом, хитозан представляет собой полидисперсный по молекулярной массе полимер D-глюкозамина содержащий 5-15% ацетамидных групп а также до 1% групп соединенных с аминокислотами и пептидами. Процесс проводят обычно с помощью концентрированных щелочей при повышенных температурах. Первым опытом получения хитозана было сплавление хитина с твердой щелочью при 1800С. Этим способом получали продукт со степенью деацетилирования (СД) 95% но значительно деструктурированный (до 20 единиц).

Хитин и хитозан по своему строению близки к целлюлозе - одному из основных волокнообразующих природных полимеров. Естественно поэтому что как и целлюлоза эти полимеры и их производные обладают волокно - и пленкообразующими свойствами [9]. Благодаря биосовместимости с тканями человека низкой токсичности способности усиливать регенеративные процессы при заживлении ран биодegradуемости такие материалы представляют особый интерес для медицины. При лечении гнойных и ожоговых ран широкое применение приобрели ферменты эффективность использования которых может быть повышена за счет их включения в структуру волокон и губок. Такие полимеры как хитин хитозан карбоксиметилхитин благодаря широкому набору функциональных групп обеспечивают возможность образования между полимером-носителем и ферментом связей различной прочности что создает предпосылки для регулирования активности и стабильности фермента скорости его

диффузии в рану. В медицине для лечения и профилактики тромбозов используется природный антикоагулянт крови - гепарин по химическому строению являющийся смешанным полисахаридом. Наиболее близкий его структурный аналог - сульфат хитозана также обладает антикоагулянтной активностью возрастающей при увеличении степени сульфатирования. Возможность реализации синергического эффекта (усиления активности гепарина при введении добавок сульфата хитозана) делает это соединение перспективным для создания лекарственных препаратов антикоагулянтного и антисклеротического действия [4,8,13,23].

N- и O-сульфатированные производные частично деацетилированного карбоксиметилхитина не только препятствуют свертыванию крови благодаря селективной адсорбции антитромбина но и резко уменьшают интенсивность деления раковых клеток.

Одной из уникальных биологических активностей хитозана является его способность индуцировать устойчивость к вирусным заболеваниям у растений ингибировать вирусные инфекции у животных и предотвращать развитие фаговых инфекций в зараженной культуре микроорганизмов. Образование комплексов полимерными лигандами с различными металлами находит все более широкое применение в аналитической химии хроматографии биотехнологических процессах. Полимерные комплексообразователи в том числе хитин хитозан и их производные например карбоксиметилловые эфиры могут рассматриваться как реальная альтернатива традиционным методам очистки сточных вод промышленных предприятий от соединений металлов используемых для нанесения защитных покрытий (никель хром цинк) а также от таких металлов как ртуть и кадмий способных аккумулироваться живыми организмами [25]. Наличие электронодонорных amino - и гидроксильных групп широкие возможности введения различных ионогенных групп кислотного и основного характера делают производные хитина и хитозана весьма перспективными для использования в хроматографии при разделении и очистке биологически активных соединений (нуклеиновых кислот и продуктов их гидролиза стероидов аминокислот).

Весьма перспективно использование хитозана в бумажной промышленности: благодаря большей прочности при водных обработках ионных связей образующихся при нанесении хитозана на целлюлозное волокно при формировании бумаги по сравнению с существующими в обычной бумаге водородными связями заметно возраста-

ет прочность бумажного листа особенно в мокром состоянии. При этом одновременно улучшаются и другие важные свойства (сопротивление продавливанию излому стабильность изображения). В последнее время все большее внимание уделяется исследованиям процессов образования изучению свойств и возможностей практического применения особого класса продуктов химических превращений полимеров - интерполимерных комплексов. Эти соединения образующиеся при взаимодействии макромолекул противоположно заряженных полиэлектролитов характеризуются высокой гидрофильностью что позволяет использовать их в качестве эффективных флокулянтов структурообразователей а в виде пленок в качестве полупроницаемых мембран и покрытий в том числе в медицине. Использование в качестве компонента интерполимерного комплекса сравнительно жесткоцепного хитозана способного благодаря наличию ионогенных групп к образованию межмолекулярных ион - ионных и ион - дипольных связей обеспечивает возможность улучшения физико-механических свойств получаемых пленок. Одним из направлений успешного использования таких пленок могут быть первапорационные процессы разделения водно-органических смесей. Так пленка на основе интерполимерного комплекса хитозан - полиакриловая кислота в процессе разделения методом первапорации водно - изопропанольной смеси не уступает по транспортным характеристикам пленкам из традиционных материалов (ацетат целлюлозы поливиниловый спирт) заметно превосходя их по селективности. Благодаря своим уникальным свойствам хитозан нашел применение в пищевой промышленности. Способность хитозана осветлять технологические жидкости используется в производстве соков пива вин молочной сыворотке промывных вод фаршевого производства подпрессовых бульонов и других низкоконцентрированных жидкостей содержащих мелкодисперсные частицы органических соединений различной природы. Проявление свойств сорбента и частично эмульгатора обуславливает липофильный эффект хитозана.

В технологии формованных изделий хитозан используется как структурообразующий агент повышающий значения реологических характеристик пищевых масс. Хитозан обладает редким свойством соединять в упорядоченную структуру фрагменты материалов различного влагосодержания: сухих с промежуточной влажностью и высоковлажных. Бактерицидное действие хитозана позволяет использовать

его при хранении различных видов пищевой продукции. Наиболее широко показано защитное действие пленок из хитозана нанесенных на поверхность плодов и овощей - яблок апельсинов земляники томатов перца. Поскольку плоды и овощи остаются живым организмом будучи отделенными от материнского растения они обладают определенным иммунитетом и в них проходят обменные процессы [5,8,12].

Однородные гибкие не дающие трещин хитозановые пленки обладают избирательной проницаемостью подобно другим полимерным покрытиям на поверхности плодов и овощей играют роль микробного фильтра и/или регулируют состав газов у поверхности и в толще тканей влияя тем самым на активность и тип дыхания что в целом способствует продлению сроков хранения растительного сырья. Помимо этого покрытие из хитозана вызывает некоторые морфологические изменения в возбудителях порчи томатов и перца. Пленка хитозана способствующая продлению срока хранения мороженого тунца вероятнее всего играет роль барьера регулирующего проникновение кислорода воздуха и испарение воды. Хитозан присутствуя в составе пищевых продуктов положительно влияет на их биологическую ценность. Кроме того хитозан относится к диетическим волокнам которые не усваиваются организмом человека а в кислой среде желудка образует раствор высокой вязкости. Как компонент пищи или как лечебно профилактический препарат хитозан проявляет свойства энтеросорбента иммуномодулятора антисклеротического и антиартрозного фактора регулятора кислотности желудочного сока ингибитора пепсина и др. [11].

Хитозан отличается от большинства природных и химически синтезированных гелеобразователей применяемых в косметике тем что при биологических значениях pH они имеют положительный заряд т.е. является поликатионом (если  $\text{pH} < 6$ ). В этом заключается их преимущество перед полианионными гелеобразователями отрицательно заряженными при биологических значениях pH. Положительно заряженный хитозан взаимодействует с отрицательно заряженной кожей и волосами. На этой их биоадгезивной способности основано их применение в составе косметических средств. Кроме того биосовместимость хитозана с растительными экстрактами и другими компонентами используемыми в качестве полезных добавок и биологически активных ингредиентов открывает перспективы их использования для разработки новых средств для введения активных

компонентов в косметические рецептуры. Примером может служить технология создания гранул внутри которых содержатся биологически активные субстанции нестабильные в обычных условиях косметических производств и при хранении готовых изделий.

В настоящее время применение в животноводстве и птицеводстве энтеросорбентов является весьма актуальным направлением, поскольку качеству кормов уделяется большое внимание [10].

С сорбирующими свойствами хитозана связаны многие из вышеперечисленных биологических эффектов. В отличие от растительной клетчатки и других сорбентов природного происхождения, хитозан действует более эффективно благодаря своей уникальной молекулярной структуре. Молекула хитозана содержит большое количество аминогрупп, что позволяет ему связывать ионы водорода и приобретать избыточный положительный заряд [6]. Кроме того, свободные аминогруппы и координационно связанные металлы определяют хелатообразующие (способность образовывать так называемые хелатные комплексы, прочно удерживающие металлы) и комплексообразующие свойства хитозана. Первичные аминогруппы хитозана либо его комплексов по эффективности связывания ионов тяжелых металлов и радионуклидов в десятки раз превосходят ионообменные смолы (Тесленко и др., 1992). Этим объясняют способность хитозана выводить из организма тяжёлые металлы и оказывать радиопротекторное действие за счёт разнообразных химических и электростатических взаимодействий. Свойство хитозана, связывать тяжёлые металлы и радионуклиды, было оценено в экспериментах с сельскохозяйственными животными, вырабатываемыми на загрязнённых кормах. Полученные результаты показали, что хитозан, введённый в рацион животных, питавшихся загрязнёнными кормами, позволил понизить уровень загрязнения молока и мяса подопытных животных. Имея мощный положительный заряд молекула хитозана вступают в связь с отрицательно заряженными молекулами жирных кислот непосредственно в пищеварительном тракте – до их усвоения. Иными словами, попадая в организм, хитозан «притягивает» липиды, связывает их, делая недоступными для усвоения, и выводит из организма, препятствуя тем самым образованию жировых отложений. Ученые называют хитозан «магнитом для жиров»: одна молекула хитозана способна связать молекул жира в 10-12 раз больше своего веса. Положительный заряд

хитозана обеспечивает связывание поступающего с пищей холестерина. Кроме того хитозан соединяется с желчной кислотой (с помощью которой происходит всасывание холестерина), выводит ее и холестерин пищи с каловыми массами. При этом холестерин крови, а также холестерин, поступающий с пищей, расходуется организмом для синтеза в печени желчной кислоты. Это еще один механизм снижения уровня холестерина при приеме хитозана.

Препараты хитозана в последнее время становятся все более востребованными в ветеринарии и животноводстве. Хитозан в ветеринарии применяется в двух направлениях: наружно в качестве ранозаживляющего и внутренне как энтеросорбент, противовоспалительный и бактериостатический агент, а также возможно его инъекционное введение в составе лекарственных и вакцинных препаратов. Из существующего в настоящее время широкого ассортимента полимерных покрытий на раны и ожоги рассасывающиеся покрытия в наибольшей степени отвечают всем медико-биологическим требованиям. Хитозан и его производные регулируют пролиферацию фибробластов и стимулируют нормальную регенерацию кожи. Болеутоляющее и антимикробное действие хитозана обусловлено его уникальной способностью неспецифически взаимодействовать с белковыми рецепторами и клеточной стенкой микроорганизмов. Одной из причин эффективности хитозана при заживлении ран является его стимулирующее воздействие на иммунную систему: его можно рассматривать как аналог липополисахаридов клеточных стенок микроорганизмов, выполняющих роль активаторов макрофагов. Для лечения желудочно-кишечных заболеваний молодняка сельскохозяйственных животных применяются антибиотики, которые помимо антимикробного обладают иммунодепрессивным действием, а со временем у животных развивается резистентность к ним, и лечебный эффект теряется [24].

Хитозан при применении внутрь обволакивает стенки слизистой кишечника, обладает способностью адсорбировать в желудочно-кишечном тракте токсины и способствует выведению их из организма животных, обладает бактериостатическим действием. Хитозановые препараты позволяют ускорить и удешевить курс лечения, исключить или значительно уменьшить использование антибиотиков и сульфаниламидов, обладающих кумулятивным эффектом. В последние годы учеными различных стран проведен цикл исследований по применению в качестве адьюванта хитозана и

его модификатов в составе вакцин против листериоза, псевдомоноза, бруцеллеза, туберкулеза, ящура, гриппа и других инфекций [3]. Известен положительный опыт применения хитозана для повышения иммунного ответа при конструировании бруцеллезных вакцин [14]. Полученные результаты в большинстве случаев указывают на перспективность использования хитозана в иммунопрофилактике животных и человека.

Многочисленные научные исследования и производственный опыт свидетельствуют, что полноценная реализация генетического потенциала сельскохозяйственной птицы может быть достигнута за счет широкого использования биологически активных веществ и кормовых добавок природного происхождения [7-22]. С этой целью так же можно применить хитозан, обладающий рядом положительных свойств: иммунологической активностью, способностью улучшать обмен веществ, лечебно-профилактическим действием и т.д. [2-19].

Для стимуляции роста и микробиологической активности микроорганизмов-пробиотиков используют пребиотики- вещества природного или искусственного происхождения. Таким является природный полисахарид хитозан [9].

Хитозан использовали в комплексе с пробиотическими кормовыми добавками «Муцинол» и «Проваген» при откорме телят и поросят. Для достижения поставленной цели, были проведены научно-хозяйственные опыты. За животными ежедневно вели наблюдения, а так же определяли массу тела, упитанность и сохраненность поголовья. В начале научно-хозяйственного опыта животные не имели существенных различий по живой массе, что свидетельствует об идентичности сформированных групп [1].

В результате исследований проведенных в ОАО «Аграрная группа РОСТ», было установлено, что скармливание поросятам опытной группы испытуемых кормовых добавок оказало благоприятное влияние на клинические показатели крови. Комплекс пробиотика «Муцинол» с хитозаном положительно повлиял на белковый обмен поросят опытной группы. Повышение уровня белка в сыворотке крови поросят опытной группы свидетельствует о более интенсивных окислительно-восстановительных процессах в их организме и указывает на усиление белоксинтезирующей функции печени.

В опыте на телятах изучение микробиоценоза толстого кишечника подопытных животных показало, что выпивание в течение 7 суток пробиотика «Проваген» с

хитозаном обусловило тенденцию к оптимизации в содержимом толстого кишечника телят уровня типичных эшерихий, кроме того, у животных опытной группы отмечено повышение вылового прироста на 9,59% и среднесуточных приростов живой массы на 9,62 %.

Таким образом, результаты двух научно-хозяйственных опытов свидетельствуют об эффективности применения хитозана в комплексе с пробиотическими кормовыми добавками при откорме телят и поросят.

Так же в проведенном исследовании в ООО «Птицефабрика «Орская» с использованием корма с добавкой хитозана, было выяснено, что он оказал позитивное влияние на массу мышц в тушках утят. Введение в рацион утят хитозана способствовало улучшению биологической ценности мяса [20].

Природный полимер добавляли и в корм козлятам. При выращивании и разведении козлят достаточно часто возникает необходимость предотвращения возникновения желудочно-кишечных заболеваний различной этиологии. Избежать подобных заболеваний, особенно часто проявляющихся в стрессовые периоды выращивания молодняка, предпочтительнее проведением профилактических мероприятий. Одним из них является добавление в рацион животных биологически активных кормовых добавок. В этом направлении определенный интерес представляет хитозан. В силу особенности химической структуры данный полимер способен во влажной среде при определенных значениях pH среды набухать и проявлять абсорбционные свойства. Эти способности в полной мере могут проявляться в кишечнике, хитозан, обволакивая ворсинки стенок, препятствует прикреплению и развитию неблагоприятной микрофлоры.

В Ставропольском НИИ животноводства и кормопроизводства разработана технология получения хитозан-меланинового комплекса (ХМК) из подмора пчёл. На основе ХМК, для усиления его действия при профилактике желудочно-кишечных заболеваний молодняка с.-х. животных и учитывая явление синергизма, разработана рецептура экспериментального препарата, включающего глюкозу, лактозу, пробиотик, витамин С, сухие экстракты трав. Действие полученного в лабораторных условиях хитозан-меланинового комплекса (ХМК) из подмора пчёл и препарата на его основе на молодняк с.-х. животных было исследовано при выпаивании их новорожденным козлятам зааненской породы. Полученные результаты свидетельствуют, что применение ХМК и препарата на его основе способствовало снижению заболеваемости и особенно

повышению сохранности козлят. Так, если в опытных группах регистрировалось от 10 до 20% животных с признаками желудочно-кишечных расстройств, то среди козлят контрольной – 40,0%, соответственно профилактическая эффективность колебалась в разных опытных группах от 20,0 до 30,0%.

Лучшая сохранность животных, по-видимому, объясняется повышением защитных сил организма козлят при использовании ХМК и препарата на его основе, о чем свидетельствуют результаты биохимических исследований крови и уровня естественной резистентности. Выявлено, что у животных опытных групп достоверно повышалось содержание гемоглобина, лизоцимная, бактерицидная активность сыворотки крови и фагоцитарная активность нейтрофилов, в среднем соответственно на 11,4; 10,3; 35,4 и 56,3%. Положительным действием ХМК и препарата на его основе отмечали и при анализе динамики живой массы козлят до 2-месячного возраста. В ранний период онтогенеза (до 20 дней) наибольшая разница отмечена между контрольными животными и козлятами II и III групп: на 25,6 и 18,1%. В дальнейшем – в 40 дней и два месяца – животные опытных групп практически не отличались по живой массе между собой, достоверно ( $P < 0,01$ ) превосходя козлят контрольной в среднем на 30,2 и 32,1%. При этом во все учтенные периоды животные опытных групп отличались от контрольных значительно большими среднесуточными приростами – в среднем на 47,9; 98,2 и 35,6% ( $P < 0,01$ )

Таким образом, для профилактики желудочно-кишечных заболеваний, повышения естественной резистентности, сохранности и живой массы козлят целесообразно выпаживание новорождённым козлятам хитозан-меланинового комплекса в дозе 15 мг на 1 кг живой массы и препарата на его основе [17].

В результате выше описанных исследований, можно сказать, что хитозан эффективен в применении с комплексом пробиотических кормовых добавок при откорме телят и поросят, влияния при вскармливании на клинические показатели крови в состав рациона. Комплекс пробиотика «Муцинол» с хитозаном положительно повлиял на белковый обмен [21]. Так же повышение уровня белка в сыворотке крови поросят свидетельствует о более интенсивных окислительно-восстановительных процессах в их организме и указывает на усиление белоксинтезирующей функции печени. Применение хитозана на сельскохозяйственных животных и птицы оказывает положительное действие на обменные процессы в организме, что способствует увеличению продуктивности.

### Список литературы

1. Авзалов Р.Х. Использование энтеросорбентов в рационах родительского стада уток / Р.Х. Авзалов, Т.А. Седых, Р.С. Гизатуллин // Вестник Башкирского аграрного университета. - 2015. - №2 (34). - С.24-28. 1
2. Албулов А. И. Хитозан как новый природный энтеросорбент для ветеринарии и животноводства / А.И. Албулов, М.А. Фролова, Ж.Ю. Мурадян // Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт биологической промышленности. -2007. - С.6-8 2
3. Андреева А.Е. Использование энтеросорбента приминкор в рационах ремонтного молодняка уток / А.Е. Андреева, Т.А. Седых, Ф.С. Хазиахметов, Р.С. Гизатуллин // Современные проблемы науки и образования. - 2015. - № 2. - С. 751.3
4. Бакаева Л.Н. Биологическая ценность мяса цыплят-бройлеров / Л.Н. Бакаева, Г.М. Топурия // Инновации, экобезопасность, техника и технологии в переработке с.-х. продукции: матер. 2 всерос. науч.-практич. конф. Уфа, 2011. - С. 109.4
5. Бакаева Л.Н. Показатели химического состава цыплет под действием хитинсодержащего препарата / Л.Н. Бакаева, Г.М. Топурия // Актуальные вопросы развития пищевой промышленности: матер. всерос. науч.- практич. конф. Челябинск, 2011. - С. 9-11. 5
6. Бикмиев Д.Р. Рост и развитие молодняка уток при включении в рацион энтеросорбента Приминкор (статья) / Д.Р. Бикмиев, Т.А. Седых // Современные наукоемкие технологии. - 2013. - № 9. - С. 10-11.
7. Братская С.Ю. Коллоидно-имические свойства хитозана / С.Ю. Братская, М.В. Шапов Д.В., Д.В. Червонецкий // Рыбохозяйственная наука на пути в XXI век. Тезисы докладов Всероссийской конференции молодых ученых. – Владивосток: ТИНРО- Центр, 2001. – С. 120–122. 6
8. Быкова, В.М. Сырьевые источники и способы получения хитина и хитозана: Хитин, его строение и свойства / В.М. Быкова, С.В. Немцев // Хитин и хитозан. Получение, свойства и применение. – М.: Наука, 2002. – С 7-10. 7
9. Гальбрайт Л.С. Модифицированные волокнистые и пленочные материалы / Л.С. Гальбрайт // Химические волокна. – 2005. - №5. – С.21-27. 8
10. Гамыгин Е.А. Новые комбикорма для аква-культуры / Журнал «Зооиндустрия» / Гамыгин Е.А., Передня А.А., Шоль А.В. // ВЕТТОРГ-портал: [сайт]. URL: www.vettorg.net/magazines/3/2001/30/84/ (дата обращения: 03.10.2016).9
11. Гладышев Д.Ю. Строение и фракционный состав карбоксиметилового эфира хитозана / Д.Ю. Гладышев и [др.] // Высокомолекулярные соединения. – 1990. – Т.32Б. - №7. – С.503-505. 10
12. Горовой Л.Ф. Сорбиционные свойства хитина и его производных: Хитин его строение и свойства / Л.Ф. Горовой В.Н. Косяков // Хитин и хитозан. Получение свойства и применение. – М.: Наука 2002. – С.217-246. 11
13. Гумеров И.Р. Воспроизводительные качества уток при включении в рацион препаратов Микосорб и Приминкор (статья) / И.Р. Гумеров, Т.А. Седых // Современные наукоемкие технологии. - 2013. - № 9. - С. 12.
14. Гумеров И.Р., Воспроизводительные качества уток при включении в рацион препаратов микосорб и приминкор / И.Р. Гумеров, Т.А. Седых // Современные наукоемкие технологии. - 2013. - № 9. - С. 12. 12
15. Злобин, С.В. Оптимизация использования пробиотиков Субтилис в промышленном свиноводстве / С.В. Злобин // Веткорм. - 2008. - №5. – С. 26-27. 13
16. Интенсификация производства мяса уток (монография) / Р.Р. Галиев, Т.Ф. Саитабатов, Т.А. Седых / Уфа: Издательство БГАУ, 2009. – 208 с.
17. Кильдеева Н.Р. Получение материалов медицинского назначения из растворов биосовместимых полимеров / Н.Р. Кильдеева Л.С. Гальбрайт Г.А. Вихорева // Химические волокна. – 2005. - №6. – С.21-24. 14

- 
18. Миронов А.В. Получение гранулированного хитозана / А.В. Миронов и [др.] // Химические волокна. – 2005. – №1. – С.26-29. 15
19. Пантюхин А.В. Разработка оптимальной технологии и исследование процесса микрокапсулирования гидрофобных веществ // М.: Вестник ВГУ. – Серия: Химия, Биология, Фармация. – 2006. – № 2. – С. 338–339. 16
20. Седых Т.А. Мясная продуктивность уток при включении в рацион энтеросорбента Преминкор (статья) / Т.А. Седых // Аграрная наука – основа успешного развития АПК и сохранения экосистем. Материалы Международной научно-практической конференции (31 января – 2 февраля 2012 г.). – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2012. – С. 203-204.
21. Седых Т.А. Продуктивность и естественная резистентность уток при интенсивной технологии выращивания (статья) / Т.А. Седых // Аграрный вестник Урала. - №8. – 2012. – С. 33-37.
22. Система машин и оборудования для реализации инновационных технологий в растениеводстве и животноводстве Республики Башкортостан / под общ. ред. И.И. Габитова, С.Г. Мударисова, Г.П. Юхина, В.Г. Самосяка. – Уфа: Башкирский ГАУ, 2014. – С. 159-187
23. Степнова Е.А. биологически активные амфифильные производные хитозана / Е.А. Степнова и [др.] // Химические волокна. – 2005. - №6. – С.57-58. 17
24. Топурия Л.Ю., Топурия Г.М. Эффективность применения хитозана в качестве иммуностимулятора для сельскохозяйственных животных и птиц // Ветеринарное дело. 2010. № 1. С. 61-68. 18
25. Шамшуринов Д.В. Хроматографические свойства силикагелей модифицированных хитозаном и его производными / Д.В. Шамшуринов Е.Н. Шаповалова О.А. Шпигун // Вестник Московского университета. – 2004. – Сер.2. – Химия. – Т.45. - №3. – С.180-185. 19