

УДК 577.114.083

Поступила в редакцию 04.07.2023
Received 04.07.2023**М. М. Трусова***Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»,
г. Гродно, Республика Беларусь***ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ХИТОЗАНА
В ТЕХНОЛОГИИ ВИНОДЕЛЬЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ**

Аннотация. Актуальным является проведение исследования по определению возможности применения хитозана в технологии винодельческой продукции. Научная задача — оптимизация условий сорбции полифенолов и белков хитозаном и оценка ее эффективности. Проведено исследование по определению склонности соков и виноматериалов к помутнениям биохимического и физико-химического характера. Образцы соков и виноматериалов были получены на предприятии ОАО «Дятловский ликеро-водочный завод «Алгонь». Для определения концентрации полифенолов до и после сорбции применялся метод Еруманиса. Для определения количества белка в соках и виноматериалах использован метод Лоури в модификации Д. Шактерле и Р. Поллак. Установлено, что максимум адсорбции хитозаном полифенолов приходится на 15 — 30 минут, адсорбционная способность хитозана к полифенолам составила $666,00 \pm 0,3$ — $937,00 \pm 0,1$ мг к 1 г сорбента, за это время концентрация полифенолов снижается на 1,14 — 2,91 %. Оптимальная экспозиция для сорбции белков хитозаном — диапазон 20 — 30 минут, концентрация белка снижается на 12,89 — 46,26 %, сорбционные способности хитозана к белкам составила $0,777 \pm 0,002$ — $2,703 \pm 0,002$ г к 1 г сорбента. Рекомендуется использовать хитозан в технологии винодельческой продукции в качестве стабилизатора для удаления чрезмерного количества белков и предотвращения необратимых коллоидных помутнений в дозировке 1 — 10 г на 1 гл материала подлежащего обработке.

Ключевые слова: винодельческая продукция, хитозан, белки, полифенолы, коллоидное помутнение, стабилизация.

M. M. Trusova*Yanka Kupala State University of Grodno, Grodno, Republic of Belarus***DETERMINATION OF THE POSSIBILITY OF APPLICATION
OF CHITOSAN IN THE TECHNOLOGY OF WINE PRODUCTS**

Abstract. It is relevant to conduct a study to determine the possibility of using chitosan in the technology of wine products. The scientific task is to optimize the conditions for the sorption of polyphenols and proteins by chitosan and evaluate its effectiveness. A study was carried out to determine the tendency of juices and wine materials to haze of a biochemical and physico-chemical nature. Samples of juices and wine materials were obtained at the JSC Dyatlovsky Distillery Algon. The Yerumanis method was used to determine the concentration of polyphenols before and after sorption. To determine the amount of protein in juices and wine materials, the Lowry method modified by D. Schacterle and R. Pollak was used. It has been established that the maximum adsorption of polyphenols by chitosan falls on 15-30 minutes, the adsorption capacity of chitosan for polyphenols was 666.00 ± 0.3 — 937.00 ± 0.1 mg per 1 g of sorbent, during which time the concentration of polyphenols decreases by 1, 14 — 2.91%. The optimal exposure for the sorption of proteins by chitosan is in the range of 20 — 30 minutes, the protein concentration decreases by 12.89 — 46.26%, the sorption capacity of chitosan for proteins was 0.777 ± 0.002 — 2.703 ± 0.002 g to 1 g of sorbent. It is recommended to use chitosan in the technology of wine production as a stabilizer to remove excessive amounts of proteins and prevent irreversible colloidal haze at a dosage of 1 — 10 g per 1 hl of the material to be processed.

Keywords: wine products, chitosan, proteins, polyphenols, colloidal turbidity, stabilization.

Введение. Основной проблемой винодельческой отрасли является обеспечение качества и стабильности винодельческой продукции, а также поиск новых эффективных вспомогательных средств для обеспечения стабильности продукции на протяжении гарантийного срока и более. Под стабильностью винодельческой продукции понимают состояние или условие, при котором в продукте в течение сроков годности не будут проявляться нежелательные физические, химические и органолептические изменения [1]. Вино с точки зрения химического состава является сложным раствором, включающим в себя более 400 соединений различной природы [2, 3]. Основные вещества, влияющие на прозрачность и стабильность вин и способные вызвать коллоидные помутнения — это белки, полифенолы, полисахариды, липиды и ионы тяжелых металлов [4–6].

Механизм образования коллоидных помутнений объясняется электрической заряженностью коллоидных частиц и электрохимическими процессами, происходящими в коллоидных и коллоидно-ионных растворах [7–9]. Рядом отечественных и зарубежных ученых ведутся исследования по применению различных вспомогательных веществ, для предотвращения и удаления коллоидных помутнений в винодельческой продукции. Доказано, что для удаления полифенольных веществ эффективным является использование ферментных препаратов [10–13], также широкое распространение получили адсорбционные способы стабилизации напитков.

Механизм адсорбции заключается в поглощении коллоидных веществ на поверхности осветляющих материалов или нейтрализации заряженных частиц путем внесения веществ с противоположным зарядом. В качестве адсорбентов могут выступать вещества органической и неорганической природы (например, кизельгур, бентонит и др.). Бентонит как в нативном, так и в активированном и модифицированном виде широко используется в отечественной и зарубежной индустрии напитков [14, 15].

Во ВНИИПБиВП проведено исследование эффективности превентивной обработки виноградного сусла препаратами нового поколения на основе ПВПП для предотвращения окисления фенольных соединений вин [16]. Активно используются препараты на основе кремниевой кислоты — кизельгур, кизельгель, кремнезоль, силикагель, силиказоль и т. д., преимуществом данного класса препаратов является большая площадь поверхности контакта, что обеспечивает им высокие адсорбционные способности [10, 17, 18]. Для повышения коллоидной стойкости ягодных соков и вин применяют также цеолиты [19]. Определенную нишу среди стабилизирующих средств занимают натуральные и синтетические флокулянты. Из натуральных флокулянтов широко применяется желатин. Его используют для осветления виноматериалов, соков и других продуктов [20, 21].

В последние годы становится популярным использование в пищевой промышленности гидроколлоидов. Несмотря на их очень малую концентрацию, они оказывают сильное влияние на физико-химические и органолептические свойства пищевых продуктов [22]. Одним из перспективных в настоящее время гидроколлоидов в пищевой промышленности является хитозан. Возможность удаления полифенолов и белков при помощи хитозана можно объяснить химической структурой адсорбента [23, 24]. Хитозан будет эффективно выводить из дисперсной системы напитка отрицательно заряженные полифенольные вещества как активный катионик. Коагуляция белковых веществ хитозаном будет протекать двумя путями. Кислые белки будут осажаться путем прямой коагуляции, щелочные и нейтральные — путем вторичной. Первоначально происходит образование комплексов «белки-полифенолы», а далее происходит увлечение их в осадок при воздействии стабилизатора [25–27]. Некоторые исследования указывают, что заряд хитозана также помогает ему связывать в прочные комплексы бактериальные и дрожжевые клетки, а также противоионы, к числу которых относятся анионы минеральных кислот, в том числе фосфаты, сульфаты, сульфиты и т.п. [28]. Поэтому комплексообразующие и ионообменные свойства хитозана могут быть широко востребованы для дальнейшего развития технологии вин, а исследования по определению возможности применения хитозана в технологии винодельческой продукции актуальны и перспективны.

Предметом исследования являлась сорбционная способность хитозана по отношению к белкам и полифенолам.

В качестве **объектов исследования** выступали пять различных образцов: сок яблочный концентрированный (образец № 1), сок черноплодной рябины (образец № 2), виноматериал в стадии брожения (образец № 3), виноматериал снятый с брожения (образец № 4), виноматериал после года отстаивания (образец № 5).

Цель исследования — изучение возможности применения хитозана в технологии винодельческой продукции.

Материалы и методы исследования. На первом этапе было проведено исследование по определению склонности соков и виноматериалов к помутнениям биохимического и физико-химического характера. Образцы соков и виноматериалов были получены на предприятии ОАО «Дятловский ликеро-водочный завод «Алгонь». Отбор проб соков и виноматериалов осуществляют по СТБ 1384 [29]. Методика проведения испытаний на склонность к помутнениям биохимического и физико-химического характера соков и виноматериалов соответствует ТИ ВУ 190239501.9-2.007-2011.

На втором этапе было проведено исследование по определению сорбционной способности хитозана по отношению к белкам и полифенолам на образцах соков и виноматериалах. Для определения концентрации полифенолов до и после сорбции использовали метод Еруманиса [30]. Принцип метода заключается в реакции полифенолов с лимоннокислым железозаммонием в щелочной среде, в результате чего образуется окрашенное соединение. В ходе исследования измеряется оптическая плотность раствора на спектрофотометре в основном опыте и в двух контролях.

Концентрацию полифенолов в образцах после сорбции определяли каждые 5 минут, чтобы установить оптимальную экспозицию. Масса сорбента, добавляемого в раствор, составляет 0,001 г на 100 мл. Содержание полифенолов (мг/дм³) рассчитывали по формуле (1):

$$X = [A - (B + C)] \cdot 820, \tag{1}$$

где А — оптическая плотность образца в основном опыте; В — оптическая плотность в контроле 1; С — оптическая плотность в контроле 2 (0,004); 820 — коэффициент пересчета на полифенолы.

Для виноматериалов количество белковых веществ в которых относительно небольшое, целесообразно пользоваться чувствительными методами, включающими предварительное концентрирование.

Нами для определения количеств белка в соках и виноматериалах использован метод Лоури в модификации Д.Шактерле и Р.Поллак позволяющий определить небольшое (0,1 – 0,2 мг/л) количество белка без предварительного концентрирования [31].

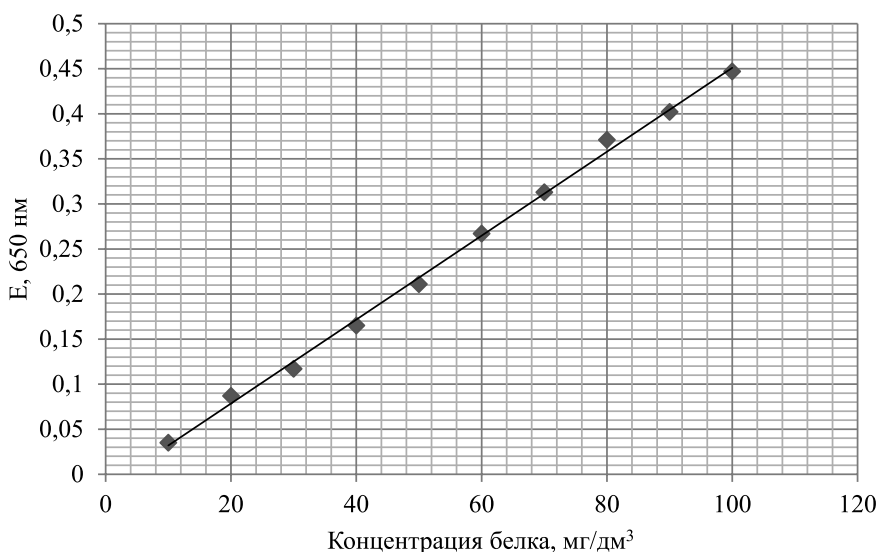


Рис. 1. Калибровочный график
Fig. 1. Calibration graph

При определении использованы следующие реактивы:

1) Реактив А: 0,5 н едкий натр, содержащий 10%-ный углекислый натрий, 0,2%-ный калий, натрий виннокислый-гартрат и 0,05%-ный раствор сернокислой меди.

2) Реактив Б: к 0,5 мл 1 н раствора реактива фолина добавляют 4 мл воды. Техника определения. Для определения белка в винах отбирали 10 мл исследуемого образца в центрифужные пробирки и прибавляли 1,0 мл 80%-ной трихлоруксусной кислоты, оставляя на час в холодильнике для осаждения, после чего центрифугировали в течение 1 ч при 5000 об/мин. Затем осторожно надосадочную жидкость сливали и осадок растворяли. Приливая 1 мл 1 н едкого натрия и 1 мл дистиллированной воды. Далее для определения белка к 1 мл исследуемого раствора добавляли 1 мл реактива А. Пробирки оставляли при комнатной температуре

на 10 минут. К полученной смеси добавляли 4 мл реактива Б и пробирки помещали в водяную баню при 55°C на 5 минут. После окончания инкубации пробирки быстро охлаждали и измеряли интенсивность окраски при 650 нм на фотоэлектроколориметре ФЭК-56. В качестве контроля вместо исследуемого образца берется дистиллированная вода. Далее по калибровочной кривой на рис. 1, рассчитывали количество белка в исследуемом образце. Для построения калибровочного графика в качестве метчика использован яичный альбумин.

Результаты исследований и их обсуждение. Результаты по проведению испытаний на склонность к помутнениям биохимического и физико-химического характера соков и виноматериалов представлены в табл. 1–3. Также для каждого из образцов была измерена оптическая плотность контрольного образца и после проведения испытаний для количественного подтверждения полученных результатов (длина волны 600 нм).

Таблица 1. Результаты после испытания нагреванием до 75 °C
Table 1. Results after heating test up to 75 °C

№ образца	Оптическая плотность контрольного образца	Оптическая плотность образца после испытаний	Заключение
1	2,457±0,0012	3,011±0,0006	Сок склонен к необратимым коллоидным помутнениям
2	3,725±0,0007	3,908±0,0009	Сок склонен к необратимым коллоидным помутнениям
3	2,671±0,0006	2,865±0,0003	Виноматериал склонен к необратимым коллоидным помутнениям
4	1,014±0,0007	1,486±0,0012	Виноматериал склонен к необратимым коллоидным помутнениям
5	0,175±0,0006	0,312±0,0024	Виноматериал склонен к необратимым коллоидным помутнениям

Таблица 2. Результаты после 3,0 %-ного раствора танина
Table 2. Results after 3,0 % tannin solution

№ образца	Оптическая плотность контрольного образца	Оптическая плотность образца после испытаний	Заклучение
1	2,457±0,0012	2,927±0,0009	Сок склонен к необратимым коллоидным помутнениям
2	3,725±0,0007	3,904±0,0009	Сок склонен к необратимым коллоидным помутнениям
3	2,671±0,0006	2,860±0,0019	Виноматериал склонен к необратимым коллоидным помутнениям
4	1,014±0,0007	1,591±0,0012	Виноматериал склонен к необратимым коллоидным помутнениям
5	0,175±0,0006	0,262±0,0009	Виноматериал склонен к необратимым коллоидным помутнениям

Таблица 3. Результаты после охлаждения
Table 3. Results after cooling

№ образца	Оптическая плотность контрольного образца	Оптическая плотность образца после испытаний	Заклучение
1	2,457±0,0012	2,873±0,0003	Сок склонен к необратимым коллоидным помутнениям
2	3,725±0,0007	3,824±0,0021	Сок склонен к необратимым коллоидным помутнениям
3	2,671±0,0006	2,954±0,0009	Виноматериал склонен к необратимым коллоидным помутнениям
4	1,014±0,0007	2,242±0,0012	Виноматериал склонен к необратимым коллоидным помутнениям
5	0,175±0,0006	0,182±0,0012	Виноматериал склонен к необратимым коллоидным помутнениям

По результатам трех испытаний, которые представлены в табл. 1 — 3, было установлено, что все пять образцов соков и виноматериалов склонны к образованию необратимых коллоидных помутнений. Так как основной причиной образования коллоидной мути является образование белково-полифенольных комплексов, было проведено исследование по определению адсорбционной способности хитозана по отношению к белкам и полифенолам на образцах соков и виноматериалов. Результаты по определению концентрации полифенолов в образцах до адсорбции представлены в табл. 4.

Таблица 4. Содержание полифенолов в образцах соков и виноматериалов
Table 4. The content of polyphenols in samples of juices and wine materials

№ образца	Концентрация полифенолов мг/дм ³
1	342,44±0,003
2	441,28±0,002
3	724,16±0,003
4	583,22±0,003
5	321,80±0,002

Результаты по определению адсорбционных способностей хитозана по отношению к полифенолам на образцах соков и виноматериалов представлены на рис. 2 и рис. 3.

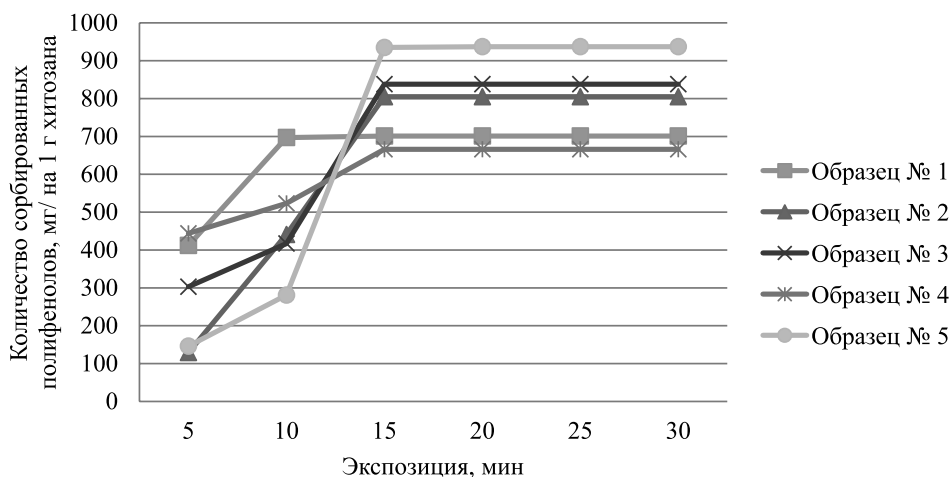


Рис. 2. Адсорбция хитозаном полифенолов в соках и виноматериалах
Fig. 2. Adsorption of polyphenols by chitosan in juices and wine materials

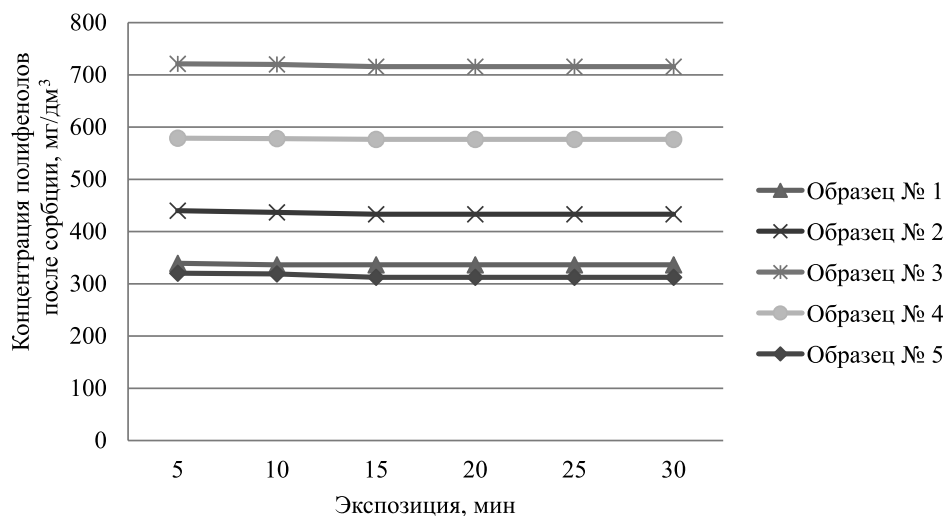


Рис. 3. Изменение концентрации полифенолов в соках и виноматериалах в процессе адсорбции
Fig. 3. Changes in the concentration of polyphenols in juices and wine materials during adsorption

Анализируя представленные на рис. 2 и рис. 3 данные, можно сделать вывод, что максимум адсорбции хитозаном полифенолов в соках и виноматериалах приходится на 15–30 минут. Адсорбционные способности хитозана к полифенолам соков и виноматериалов составила $666,00 \pm 0,3$ — $937,00 \pm 0,1$ мг к 1 г сорбента, за это время концентрация полифенолов снижается незначительно, на 1,14 — 2,91 %, что говорит о том, что применение хитозана не будет негативно влиять на биологическую ценность винодельческой продукции. Концентрация белка в исследуемых образцах представлена в табл. 5.

Таблица 5. Содержание белка в образцах соков и виноматериалах до сорбции
Table 5. Protein content in juice samples and wine materials before sorption

№ образца	Концентрация белка, мг/дм ³
1	$58,43 \pm 0,02$
2	$41,18 \pm 0,04$
3	$64,13 \pm 0,01$
4	$43,12 \pm 0,02$
5	$31,22 \pm 0,02$

Результаты по определению сорбционных способностей хитозана по отношению к белкам на образцах соков и виноматериалов представлены на рис. 4. и рис. 5.

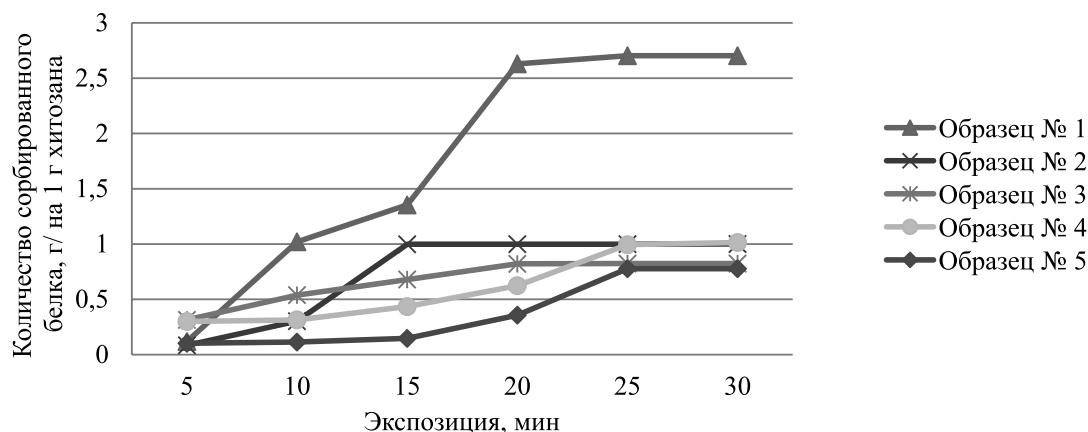


Рис. 4. Адсорбция хитозаном белков в соках и виноматериалах
Fig. 4. Chitosan adsorption of proteins in juices and wine materials

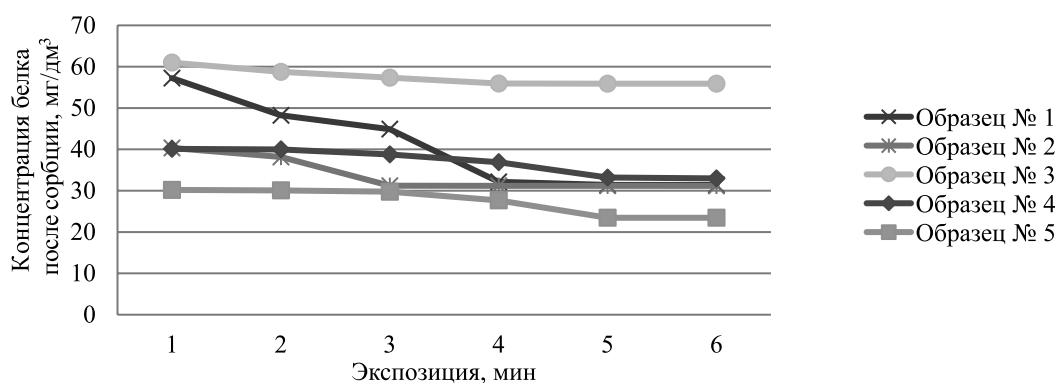


Рис. 5. Изменение концентрации белков в соках и виноматериалах в процессе адсорбции
Fig. 5. Changes in the concentration of proteins in juices and wine materials during adsorption

Анализ полученных графиков (рис. 4 и рис. 5) позволил установить, что оптимальная экспозиция для сорбции белков в соках и виноматериалах для хитозана — диапазон 20–30 минут, концентрация белка снижается на 12,89 — 46,26 %, сорбционные способности хитозана к белкам соков и виноматериалов составила $0,777 \pm 0,002$ — $2,703 \pm 0,002$ г к 1 г сорбента. Данные выводы сопоставимы с результатами исследований других ученых [32, 33], где

установлено, что хитозан не только повышает коллоидную стойкость вина, но при этом не ухудшает его органолептические и целебные свойства.

Заключение. Исследованы адсорбционные способности хитозана по отношению к белкам и полифенолам на образцах соков и виноматериалов. Установлено, что максимум адсорбции хитозаном полифенолов приходится на 15–30 минут, адсорбционная способность хитозана к полифенолам составила $666,00 \pm 0,3$ — $937,00 \pm 0,1$ мг к 1 г сорбента, за это время концентрация полифенолов снижается на 1,14 — 2,91 %.

Оптимальная экспозиция для сорбции белков хитозаном — диапазон 20–30 минут, концентрация белка снижается на 12,89 — 46,26 %, сорбционные способности хитозана к белкам составила $0,777 \pm 0,002$ — $2,703 \pm 0,002$ г к 1 г сорбента.

По результатам проведенных исследований, можно заключить, что хитозан может использоваться в технологии винодельческой продукции в качестве стабилизатора для удаления чрезмерного количества белков и предотвращения необратимых коллоидных помутнений в дозировке 1 — 10 г на 1 гл материала подлежащего обработке.

Список использованных источников

1. Валуйко, Г. Г. Стабилизация виноградных вин / Г. Г. Валуйко, В. И. Зинченко, Н. А. Мехузла // Симферополь: Таврида, 2002. — 208 с.
2. Практикум по химии вина: учебное пособие / Е. П. Шольц-Куликов [и др.]. — Ростов-на-Дону: Донской государственный технический университет, 2017. — 268 с.
3. Яшин, А. Я. Красное вино: химический состав, антиоксидантная активность, влияние на здоровье человека / А. Я. Яшин, Я. И. Яшин, А. Н. Веденин // Аналитика. — 2020. — Т. 10. — №. 1. — С. 38–53.
4. Чурсина, О. А. Оптимизация технологии коллоидной стабилизации вин / О. А. Чурсина, В. А. Загоруйко, В. Н. Ежов // Магарач: Виноградарство и виноделие. — 2012. — №. 3. — С. 24–26.
5. Агеева, Н. М. Экспресс-метод сканирующей электронной микроскопии для идентификации веществ, вызывающих коллоидные помутнения вин / Н. М. Агеева, В. Е. Андреева // Плодоводство и виноградарство Юга России. — 2012. — №. 13. — С. 120–126.
6. Трусова, М. М. Перспективы использования хитозана как стабилизатора при коллоидных помутнениях / М. М. Трусова, Т. Н. Камедько, О. В. Павлова // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2022. — Т. 14. — №. 4. — С. 97–102.
7. Чурсина, О. А. Исследование закономерностей формирования коллоидных помутнений вин / О. А. Чурсина, В. А. Загоруйко, В. Н. Ежов // Магарач: Виноградарство и виноделие. — 2012. — №. 4. — С. 21–23.
8. Protein polysaccharide interactions and their impact on haze formation in white wines / M. Dufrechou [et al.] // Journal of agricultural and food chemistry. — 2015. — V. 63. — №. 45. — P. 10042–10053.
9. Siebert, K. J. Haze formation in beverages / K. J. Siebert // LWT-Food Science and Technology. — 2006. — V. 39. — №. 9. — P. 987–994.
10. Сарафанова, Л. А. Применение пищевых добавок в индустрии напитков / Л.А. Сарафанова. — СПб.: Профессия, 2007. — 240 с.
11. Бурачевский, И. И. Технологические приемы стабилизации полуфабрикатов ликероводочного производства / И.И. Бурачевский, Е.В. Воробьева, Л.П. Галлямова // Ликероводочное производство и виноделие. — 2011. — № 11. — С. 2–3.
12. Зуева, О. Натуральные и безаллергенные / О. Зуева // Ликероводочное производство и виноделие. — 2012. — № 7. — С. 16–17.
13. Агеева, Н. М. Влияние ферментных препаратов на биополимерный комплекс плодовых соков / Н.М. Агеева, Л.В. Гнетько, Т.А. Белявцева // Виноделие и виноградарство. — 2011. — № 4. — С. 24–25.
14. Неровных, Л. П. О целесообразности использования дисперсных минералов в технологии игристых вин / Л.П. Неровных // Образование — наука — технологии: материалы 17-й Всероссийской научно-практической конференции. — Т. 1. — Майкоп, 2010. — С. 334–335.
15. Меледина, Т. В. Сырье и вспомогательные материалы в пивоварении / Т.В. Меледина. — СПб.: Профессия, 2003. — 304 с.
16. Егорова, О. С. Обработка вин с целью обеспечения стабильности к полифенольным помутнениям / О. С. Егорова, Д. Р. Летфуллина // Пищевая промышленность. — 2018. — №. 6. — С. 40–42.
17. Нимш, К. Стабилизация пива кизельгелем / К. Нимш, В.И. Николашкин, Ф.В. Николашкин // Пиво и напитки. — 2003. — № 4. — С. 36–39.
18. Нимш, К. Силиказоль и силикагель — аспекты качества / К. Нимш, Ф.В. Николашкин // Пиво и напитки. — 2005. — № 2. — С. 26–28.
19. Влияние различных технологических способов и оклеивающих материалов на коллоидную стабильность вина / Ш. И. Шатиришвили [и др.] // Известия аграрной науки. — 2011. — № 3. — С. 94–96.

20. Производство водок и ликероводочных изделий / И. И. Бурачевский [и др.] — М.: ДеЛипринт, 2009. — 324 с.
21. Валуйко, Г. Г. Технология виноградных вин / Г. Г. Валуйко. — Симферополь: Таврида, 2001. — 624 с.
22. Phillips, G. O., Williams, P. A. Handbook of hydrocolloids / G. O. Phillips, P. A. Williams // Elsevier. — 2009. — 924 p.
23. Краснова, Т. А. Кинетика адсорбции смесей органических веществ из водных растворов активными углями / Т. А. Краснова, И. В. Тимошук, М. П. Кирсанов // Вода: химия и экология. — 2014. — № 7. — С. 69–74.
24. Применение новых активных углей на основе растительного сырья в производстве высокосортных водок / Поляков В.А. [и др.] // Пиво и напитки. — 2014. — №4. — С. 8–11.
25. Сергеева, И. Ю. Применение хитозана для стабилизации коллоидной системы напитков // Техника и технология пищевых производств. — 2014. — №1 (32). — С. 84–89.
26. Chitosan–hydroxycinnamic acid conjugates. Preparation, antioxidant and antimicrobial activity / Lee D.S. [et al.] // Food Chemistry. — 2014. — Vol. 148. — P. 97–104.
27. Hammond, M. D. Anti-oxidant properties of Chitosan coatings on frozenatlantic salmon fillet portions / M. D. Hammond, I. Skonberg // Journal of Aquatic Food Product Technology. — 2012. — Vol. 21. — P. 351–361.
28. Сорбционные свойства материалов на основе хитозана и углеродных добавок / Политаева Н.А. [и др.] // Вестник Технологического университета. — 2017. — Т. 20. — №23. — С. 100–103.
29. Продукты винодельческой промышленности. Правила приемки и методы отбора проб: СТБ ГОСТ РБ 1384-2010. — Взамен СТБ 1384-2003 ; введ. 15.06.10. — Минск : БелГИСС, 2010. — 7 с.
30. Ермолаева, Г. А. Справочник работника лаборатории пивоваренного предприятия / Г.А. Ермолаева. — СПб.: Профессия, 2004. — 536 с.
31. Кравченко, Е. М. Сравнение методик определения белка в растительном сырье / Е. М. Кравченко, И. Д. Одарюк // Химические проблемы современности 2021 : Сборник материалов V Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Донецк, 18–20 мая 2021 года. — Донецк: Донецкий национальный университет, 2021. — С. 116–119.
32. Комиссарчик, С. М. Исследование взаимодействия хитозана с фенольными веществами вин / С. М. Комиссарчик, Т. В. Кусмарцева, Г. Г. Няникова // 4-й Международный Конгресс «Биотехнология — состояние и перспективы развития». — М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2007. — Ч. 2. — С. 175–180.
33. Кусмарцева, Т. В. Роль хитина и хитозана в стабилизации вин против коллоидных помутнений / Т. В. Кусмарцева, Е. Ю. Елдинова, Г. Г. Няникова // 3-й Международный Конгресс «Биотехнология — состояние и перспективы развития». — М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2005. — Ч. 2. — С.121–122.

Информация об авторах

Мария Михайловна Трусова, магистр биологических наук, старший преподаватель кафедры технологии, физиологии и гигиены питания учреждения образования «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы» (230025, Республика Беларусь, г. Гродно, пер. Доватора 3/1, каб. 113).

E-mail: brui.92@mail.ru

Information about authors

Maria Mikhailovna Trusova, Master of Biological Sciences, Senior Lecturer at the Department of Technology, Physiology and Food Hygiene, educational institution “Grodno State University named after Ya. Kupala” (230025, Republic of Belarus, Grodno, per. Dovatora 3/1, room 113).

E-mail: brui.92@mail.ru