

УДК 663.36

Поступила в редакцию 22.01.2024  
Received 22.01.2024**З. В. Ловкис<sup>1</sup>, О. В. Павлова<sup>2</sup>, И. М. Колесник<sup>2</sup>, М. М. Трусова<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», г. Минск, Республика Беларусь*<sup>2</sup>*Учреждение образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь***АКТИВНОСТЬ ХИТОЗАНА ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОМУТНЕНИЙ В ПРОДУКТАХ ПЛОДОВОГО ВИНОДЕЛИЯ**

**Аннотация.** Во введении приведены основные причины помутнения напитков в процессе длительного хранения. Дана краткая характеристика механизма появления биологических помутнений в коллоидной системе напитка. Целью исследования является оценка сорбционных свойств хитозана в отношении потенциальных мутеобразующих компонентов, вызывающих биологические помутнения коллоидных систем напитков. Предметом исследования являлся процесс сорбции мутеобразующих компонентов, вызывающих биологические помутнения напитков. В качестве объектов исследования выступали образцы полуфабрикатов плодово-ягодных виноматериалов и соков. Выполнена оценка элиминации потенциально мутеобразующих компонентов из полуфабрикатов плодово-ягодных виноматериалов и соков. Определено общее количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ). Данные полученные в ходе эксперимента были подвергнуты простому математическому анализу. В основной части статьи представлены результаты исследования о возможности использования хитозана для устранения биологических помутнений в продуктах плодового виноделия. Установлено, что обработка хитозаном позволила уменьшить содержание клеток дрожжей в исследуемых материалах: вино «Софи» — в 6,7 раза, сок яблочный сброженно-спиртованный — в 13 раз, виноматериал яблочный — более чем 100-кратно, сок черноплодной рябины — полное удаление.

**Ключевые слова:** вино, сок, мезофильные микроорганизмы, факультативно-анаэробные микроорганизмы, дрожжи, мицелиальные грибы, хитозан.

**Z. V. Lovkis<sup>1</sup>, O. V. Pavlova<sup>2</sup>, I. M. Kolesnik<sup>2</sup>, M. M. Trusova<sup>2</sup>**<sup>1</sup>*RUE “Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”, Minsk, Republic of Belarus*<sup>2</sup>*Educational institution “Grodno State University named after Yanka Kupala”, Grodno, Republic of Belarus***ACTIVITY OF CHITOSAN FOR THE ELIMINATION OF BIOLOGICAL HAZARDS IN FRUIT WINE PRODUCTS**

**Abstract.** The introduction describes the main causes of beverage turbidity during long-term storage. A brief description of the mechanism of biological turbidity in the colloidal system of a beverage is given. The aim of the study is to evaluate the sorption potential of chitosan for potential mute-forming components that cause biological turbidity in beverage colloidal systems. The subject of the study was the process of sorption of mute-forming components that cause biological turbidity in beverages. The objects of the study were samples of semi-finished fruit and berry wine materials and juices. An assessment of the elimination of potentially mute-forming components from semi-finished fruit and berry wine materials and juices was performed. The total number of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms was determined using the method of deep seeding on MPA, yeast and mycelial fungi - using the method of surface seeding on a selective nutrient medium Sabouraud with chloramphenicol. The data obtained during the experiment were subjected to simple mathematical analysis. The main part of the article presents the results of the study on the

possibility of using chitosan to eliminate biological turbidity in fruit wine products. It was found that chitosan treatment allowed to reduce the content of yeast cells in the studied materials: Sophie wine - by 6.7 times, fermented-alcoholized apple juice - by 13 times, apple wine material - more than 100 times, chokeberry juice - complete removal.

**Keywords:** wine, juice, mesophilic microorganisms, facultative anaerobic microorganisms, yeast, mycelial fungi, chitosan.

**Введение.** Фруктово-ягодные и плодово-ягодные натуральные вина, пиво, напитки брожения, а также большинство пищевых продуктов относятся к коллоидным растворам, коллоидные системы вследствие большой удельной поверхности обладают значительной поверхностной энергией, что обуславливает неустойчивость системы — она всегда стремится к самопроизвольному уменьшению межфазной поверхности, т. е. к снижению дисперсности. Вследствие чего в готовой продукции могут возникать дефекты внешнего вида и качества. Наличие в продукте частиц коллоидной степени дисперсности может явиться причиной помутнения напитков в процессе длительного хранения, в результате которого возможно слияние между собой отдельных коллоидных частиц и их укрупнение, при этом вначале появляется опалесценция, затем легкая, постепенно увеличивающаяся муть и, наконец, происходит выпадение осадка. Что в свою очередь может отрицательно повлиять на органолептические качества продукта [1].

Появление биологических помутнений в коллоидной системе напитка обусловлено размножением микроорганизмов, в биологически неустойчивых образцах фруктово-ягодных натуральных вин их контаминации и развитию дрожжевой микрофлоры способствует кислород воздуха, который проникает в процессе обработки, фильтрации и розлива вина [2, 3].

Касательно пива и слабоалкогольных напитков некоторые организмы устойчивые к условиям технологического процесса и в процессе своей жизнедеятельности влияют на розливостойкость напитка: дрожжи, молочнокислые бактерии, пивные сарцины [4]. Чаще всего из помутнений биологического характера в коллоидных средах напитка встречается дрожжевая муть, которая вызывается культурными дрожжами, и является безвредной, но все же является не желательной с точки зрения органолептических характеристик готового напитка. Дрожжевая муть возникает чаще всего в молодом и недостаточно созревшем напитке, который после розлива содержит значительное количество сбраживаемых веществ. Возникновение такой мути происходит из-за того, что дрожжевые клетки проходят через фильтр или попадают в напиток в виде вторичной контаминации из технологической линии, быстро размножаются и образуют муть в виде плотного осадка. В свою очередь муть, вызываемая дикими дрожжами, делает напиток абсолютно не пригодным для употребления, так как в результате деятельности диких дрожжей образуется тонкая муть. Дрожжи оседают очень медленно, с образованием рыхлого и легкоподвижного осадка, или не оседают вовсе, а в пиве появляется фруктовый привкус или оно становится терпко-горьким, предотвращается такая муть только глубоким сбраживанием [5].

Хитозан, в отличие от используемых на данный момент в технологии плодового виноделия сорбентов и стабилизаторов, характеризуется полифункциональностью по отношению к различным компонентам мути, данная уникальная способность объясняется его химическим строением. Наличие большого количества амино- и гидроксильных групп в составе хитозана в сочетании с высокой реакционной способностью создает широкие возможности для модифицирования его поверхности различными реагентами и придания ему соответствующих свойств. Таким образом, хитозан является сорбентом с управляемыми свойствами, что обуславливает широкие возможности его применения в технологии напитков. Ионообменные качества хитозана, возможность электростатических взаимодействий с компонентами напитка, проявление комплексообразующих свойств могут быть широко востребованы производителями напитков при разработке соответствующих технологий [6, 7].

Хитозан обладает мощным положительным зарядом, который позволяет ему связываться с отрицательно заряженными поверхностями, в том числе полифенольными веществами, полисахаридами, жирами и клетками микроорганизмов, что особенно важно для дальнейшего развития технологии напитков, в том числе фруктово-ягодного и плодового виноделия. Некоторые исследования указывают, что заряд хитозана также помогает ему связывать в прочные комплексы бактериальные и дрожжевые клетки [7], обуславливающие биологическое помутнение коллоидных систем напитков. В связи с этим, исследование эффективности применения хитозана как стабилизатора коллоидной системы напитка является актуальным и перспективным.

Хитозан подавляет рост широкого спектра бактерий и грибов. Многочисленными учеными хитозан изучался с точки зрения бактериостатической/ бактерицидной/ фунгицидной

активности, поскольку имеет ряд преимуществ по сравнению с другими типами дезинфицирующих средств, как обладающий более высокой антибактериальной и фунгицидной активностью, более широким спектром действия, более высокой скоростью уничтожения и более низкой токсичностью по отношению к клеткам [8-10].

В качестве объектов исследования выступали образцы полуфабрикатов плодово-ягодных виноматериалов и соков.

Предмет исследований — процесс сорбции мутеобразующих компонентов, вызывающих биологические помутнения напитков.

Цель исследований — оценить сорбционные свойства хитозана в отношении к потенциальным мутеобразующим компонентам, вызывающим биологические помутнения коллоидных систем напитков.

**Материалы и методы исследований.** Выполнена оценка элиминации потенциально мутеобразующих компонентов из полуфабрикатах плодово-ягодных виноматериалов и соков (ОАО «Дятловский ликеро-водочный завод «Алгонь»):

- ♦ сок черноплодной рябины,
- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный, наброд 10%,
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки),
- ♦ вино «Софи».

Определение общего количества мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) выполняли методом глубинного посева на питательную среду общего назначения мясо-пептонный агар (МПА). По 1 см<sup>3</sup> из исходных проб вносили на дно стерильной чашки Петри, заливали расплавленным и охлажденным до 45 °С МПА. Остывшие чашки переворачивали вверх дном и помещали в термостат на 48 ч при 37 °С (рис. 1).

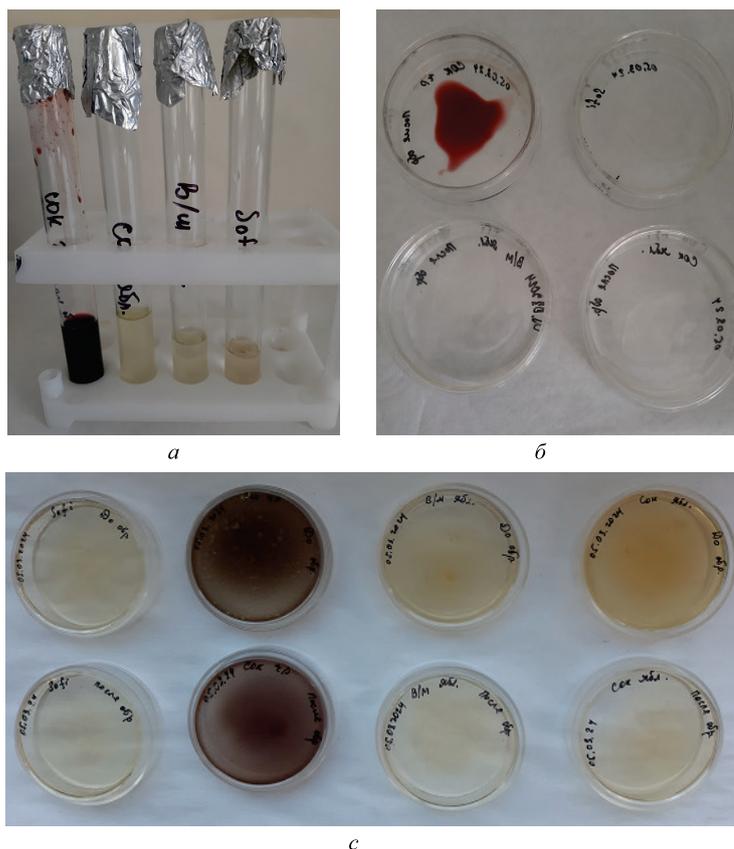
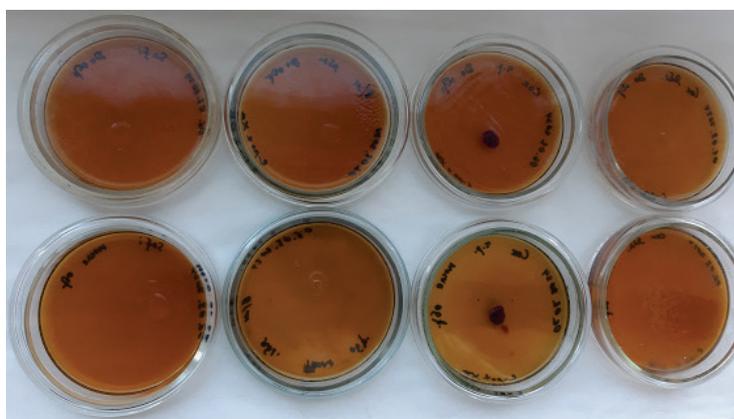


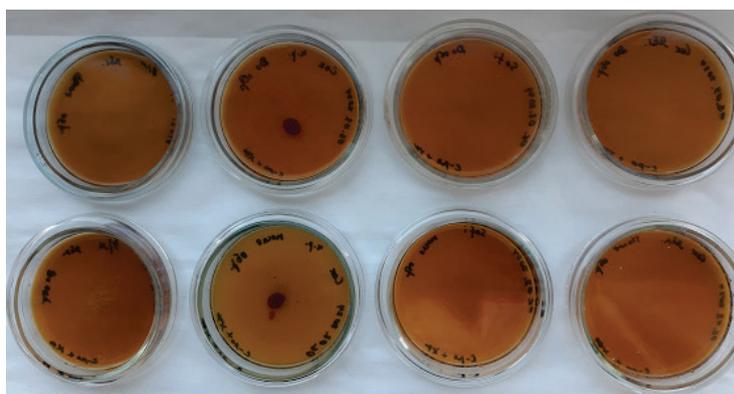
Рис. 1. Этапы выполнения посева: а — исходные образцы, б — чашки Петри с 1 см<sup>3</sup> суспензии, с — чашки Петри после внесения МПА  
 Fig. 1. Stages of inoculation: a — initial samples, б — Petri dishes with 1 cm<sup>3</sup> of suspension, с — Petri dishes after adding MPA

После завершения инкубирования чашек Петри подсчитывали количество колоний, выросших на поверхности и в толще агара.

Определение численности дрожжевых и мицелиальных грибов выполняли методом поверхностного посева на селективную питательную среду Сабуро с хлорамфениколом (препятствует росту бактерий). По 0,1 см<sup>3</sup> из исходных проб вносили на поверхность стерильной среды, предварительно разлитой в чашки Петри (рис. 2) и растирали шпателем Дригальского. Чашки переворачивали вверх дном и оставляли в аэробных условиях при комнатной температуре (25 °С) на 5 суток.



a



б

Рис. 2. Этапы выполнения посева: а — чашки Петри с 0,1 см<sup>3</sup> суспензии, б — чашки Петри после растирания шпателем  
 Fig. 2. Stages of sowing: а — Petri dishes with 0.1 cm<sup>3</sup> of suspension, б — Petri dishes after rubbing with a spatula

Определение численности дрожжевых грибов выполняли методом прямой микроскопии в камере Горяева. На предметном стекле предварительно смешивали по 0,03 см<sup>3</sup> спиртового раствора метиленового синего и исследуемого образца (рис. 3). Подготовленной смесью заполняли камеру Горяева и через 2-3 минуты микроскопировали с помощью микроскопа «МИКМЕД-6», оснащенного объективом с увеличением  $\times 40$  и видеоокуляр «TourCam» 14.0 MP.

В препаратах просматривали 15 больших квадратов камеры Горяева, в каждом из них подсчитывали количество клеток, рассчитывали среднее значение. Пересчет численности дрожжевых грибов на 1 см<sup>3</sup> исследуемого материала вычисляли по формуле (1):

$$N = \frac{a \times K \times 1000}{h \times S}, \quad (1)$$

где  $N$  — число клеток в 1 см<sup>3</sup> суспензии;  $a$  — среднее число клеток в большом квадрате;  $h$  — глубина камеры (0,1 мм);  $S$  — площадь большого квадрата (0,04 мм<sup>2</sup>);  $K$  — разведение исходной суспензии ( $10^0$ ); 1000 — коэффициент пересчета мм<sup>3</sup> в см<sup>3</sup>.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Методом глубинного посева на мясо-пептонный агар установлено, что КМАФАнМ в исходных не обработанных субстратах составляло (рис. 4):

- ♦ сок черноплодной рябины — 8 КОЕ/см<sup>3</sup>,

- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный (наброд 10%) — 14 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки) —  $(2,811 \pm 0,385) \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ вино «Софи» —  $(1,7136 \pm 0,1334) \times 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

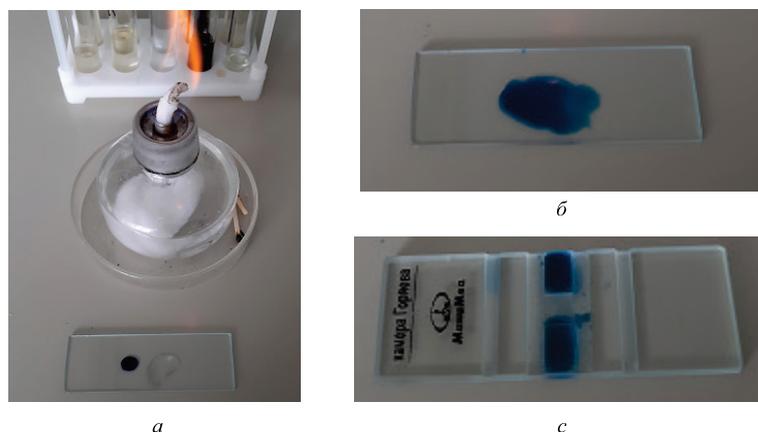


Рис. 3. Этапы подготовки препарата для микроскопии:  
 а — капли суспензий на предметном стекле, б — смесь, с — камера Горяева  
 Fig. 3. Stages of preparation of a preparation for microscopy:  
 а — drops of suspensions on a glass slide, б — mixture, с — Goryaev chamber

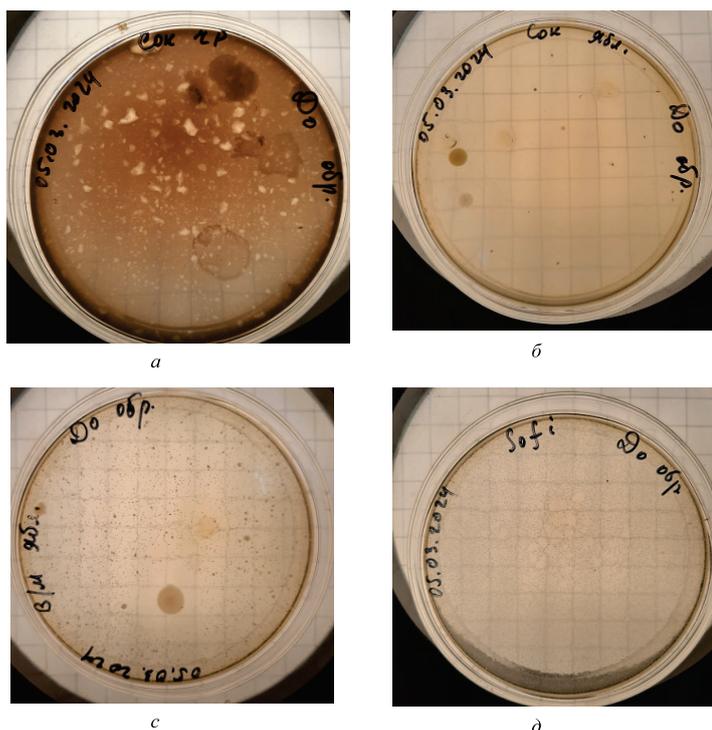


Рис. 4. Результаты посева на МПА не обработанных субстратов после 48 ч. культивирования:  
 а — сок черноплодной рябины, б — сок яблочный сброженно-спиртованный,  
 с — виноматериал яблочный, д — вино «Софи»  
 Fig. 4. Results of sowing untreated substrates on MPA after 48 hours of cultivation:  
 а — chokeberry juice, б — fermented-alcoholized apple juice, с — apple wine material, д — “Sophie” wine

Образцы хитозана со степенью деацетилирования 92-97%, полученные в ходе кислот-но-щелочного гидролиза из инактивированной биомассы продуцента лимонной кислоты, вносили в полуфабрикаты плодового виноделия (ОАО «Дятловский ликеро-водочный завод «Алгонь») при гидромодуле 1:100, температуре контакта фаз:  $19 \pm 1^\circ\text{C}$ , экспозиции  $55 \pm 5$  минут, после чего отделяли вносимый сорбент, а сорбат анализировали классическими микробио-

логическими методами исследования. В качестве контрольных образцов выступали необработанные продукты плодового виноделия.

После обработки образцами хитозана КМАФАнМ в анализируемых материалах (рис. 5) снизилось до значений:

- ♦ сок черноплодной рябины — 1 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный (наброд 10%) — 2 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки) — 0 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ вино «Софи» —  $(1,478 \pm 0,934) \cdot 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

Установлено многократное снижение общей обсемененности соков (в 6–8 раз) и полуфабрикатов — в  $10^1$ – $10^3$  раз.

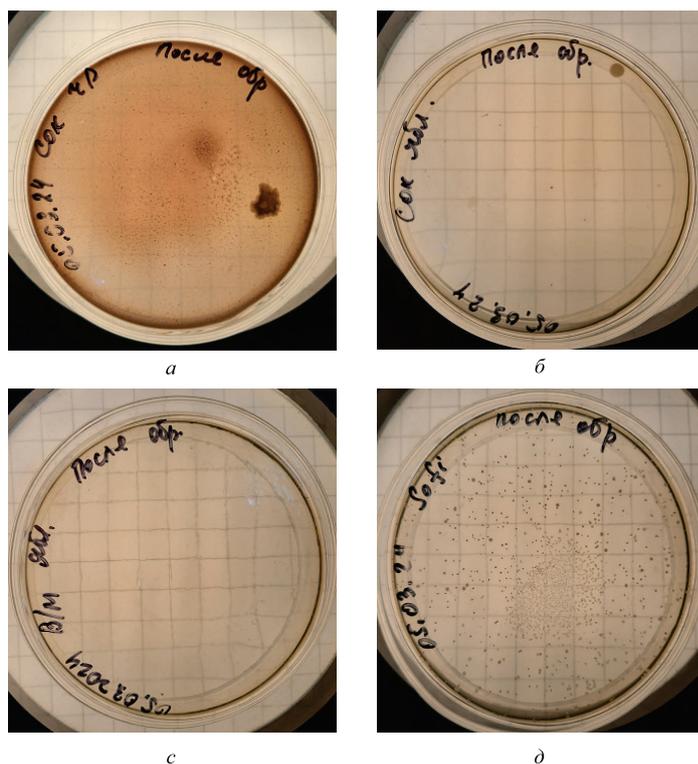


Рис. 5. Результаты посева на МПА обработанных хитозаном субстратов после 48 ч. культивирования: а — сок черноплодной рябины, б — сок яблочный сброженно-спиртованный, с — виноматериал яблочный, д — вино «Софи»

Fig. 5. Results of sowing chitosan-treated substrates on MPA after 48 hours of cultivation: а — chokeberry juice, б — fermented-alcoholized apple juice, с — apple wine material, д — “Sophie” wine

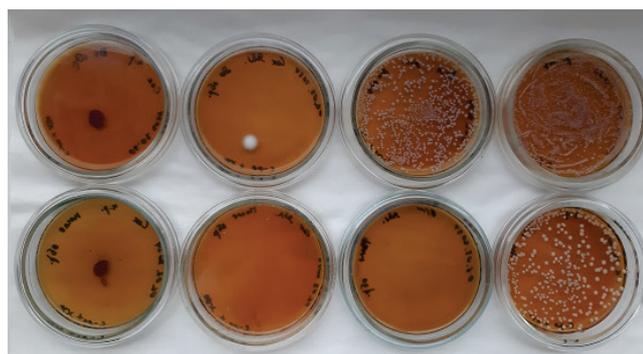
В поверхностном посеве по методу Дригальского на среду Сабуро с хлорамфениколом установлено присутствие в некоторых из анализируемых субстратов колониеобразующих единиц дрожжевых и мицелиальных грибов (рис. 6), исходная численность которых составляла:

- ♦ сок черноплодной рябины — 0 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный, наброд 10 % — 10 КОЕ/см<sup>3</sup> (только мицелиальные грибы),
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки) —  $(1,5876 \pm 0,1748) \times 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup> (только дрожжевые грибы),
- ♦ вино «Софи» —  $(4,1738 \pm 0,8677) \times 10^3$  КОЕ/см<sup>3</sup> (только дрожжевые грибы).

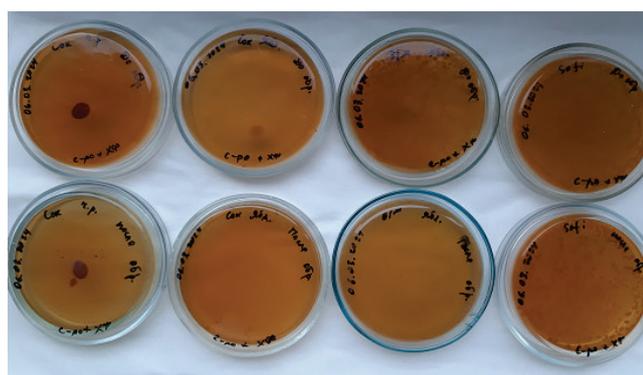
После обработки анализируемых субстратов образцами хитозана мицелиальные грибы в посевах не обнаруживались, а численность дрожжевых грибов снизилась до значений:

- ♦ сок черноплодной рябины — 0 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный наброд 10 % — 0 КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки) —  $(1,3923 \pm 0,1935) \times 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup>,
- ♦ вино «Софи» —  $(2,52 \pm 0,28) \times 10^2$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

Использованная питательная среда угнетает рост бактерий и является селективной по отношению к микроскопическим грибам. В виноматериале наблюдается уменьшение количества КОЕ грибов на 23 %, а в образце вина «Софи» — в 17 раз.

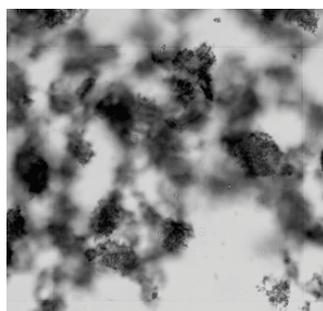


*а*

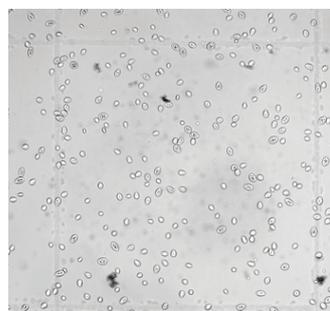


*б*

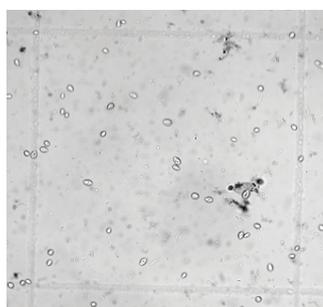
*Рис. 6.* Результаты посева на среду Сабуро с хлорамфениколом необработанных субстратов после 5 суток культивирования: *а* — вид чашек Петри сверху, *б* — вид чашек Петри снизу  
*Fig. 6.* Results of inoculation of untreated substrates on Sabouraud's medium with chloramphenicol after 5 days of cultivation: *a* — top view of Petri dishes, *б* — view of Petri dishes from below



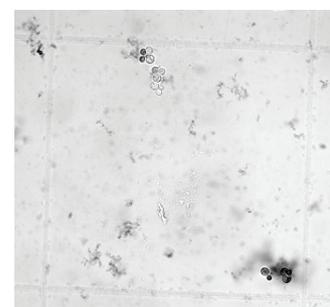
*а*



*б*



*с*



*д*

*Рис. 7.* Микроскопическая картина при исследовании не обработанных субстратов: *а* — сок черноплодной рябины, *б* — сок яблочный сброженно-спиртованный, *с* — виноматериал яблочный, *д* — вино «Софи»  
*Fig. 7.* Microscopic picture when examining untreated substrates: *a* — chokeberry juice, *б* — fermented alcoholic apple juice, *с* — apple wine material, *д* — “Sophie” wine

Подсчет клеток дрожжей в камере Горяева показал, что их численность в исследуемых образцах до обработки хитозаном составляла:

- ♦ сок черноплодной рябины —  $4,6875 \cdot 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup> (единичные клетки, редко встречаемые);
- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный, наброд 10 % —  $5,7265 \cdot 10^7$  КОЕ/см<sup>3</sup>;
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки) —  $7,1406 \cdot 10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup>;
- ♦ вино «Софи» —  $1,1563 \cdot 10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup> (рис. 7).

После обработки анализируемых субстратов образцами хитозана (рис. 8) численность дрожжевых грибов снизилась до значений:

- ♦ сок черноплодной рябины — 0 КОЕ/см<sup>3</sup>;
- ♦ сок яблочный сброженно-спиртованный (наброд 10 %) —  $4,3438 \cdot 10^6$  КОЕ/см<sup>3</sup>;
- ♦ виноматериал яблочный 10 % (1 год выдержки) —  $1,5625 \cdot 10^4$  КОЕ/см<sup>3</sup>;
- ♦ вино «Софи» —  $1,7188 \cdot 10^5$  КОЕ/см<sup>3</sup>.

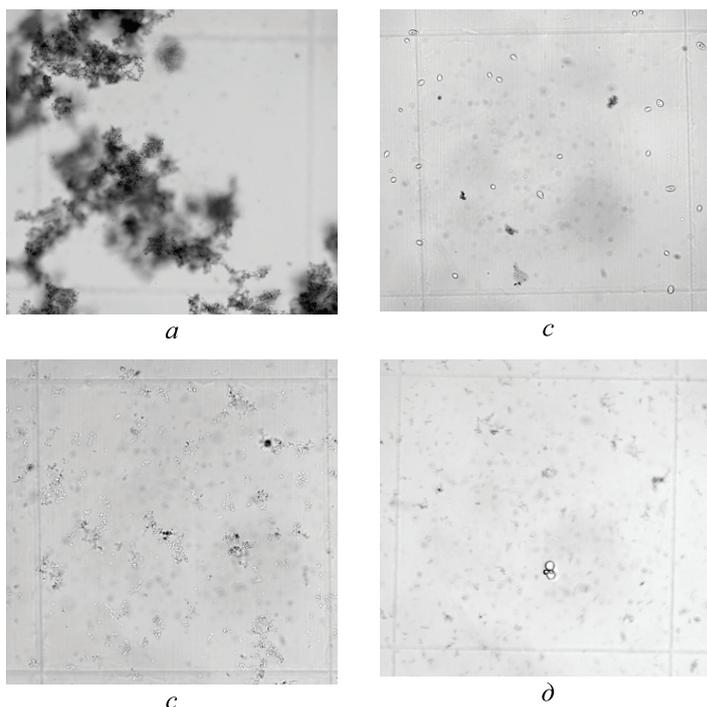


Рис. 8. Микроскопическая картина обработанных субстратов: а — сок черноплодной рябины, б — сок яблочный сброженно-спиртованный, с — виноматериал яблочный, д — вино «Софи»  
 Fig. 8. Microscopic picture of the processed substrates: а — chokeberry juice, б — fermented-alcoholized apple juice, с — apple wine material, д — “Sophie” wine

Обработка хитозаном позволила уменьшить содержание клеток дрожжей в исследуемых материалах: вино «Софи» — в 6,7 раза, сок яблочный сброженно-спиртованный — в 13 раз, виноматериал яблочный — более чем 100-кратно, сок черноплодной рябины — полное удаление.

**Заключение.** Установлена антибактериальная активность хитозана в отношении мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, а также дрожжевых и мицелиальных грибов, что, несомненно, имеет важное прикладное значение в том числе в области элиминации потенциальных мутеобразующих компонентов биологической этиологии в технологиях натуральных фруктово-ягодных и плодово-ягодных напитков.

**Благодарности.** Экспериментальные исследования выполнены в рамках гранта отдельных проектов Министерства образования Республики Беларусь «Использование вторичных продуктов биотехнологического синтеза лимонной кислоты для получения хитозана и его олигомеров» (договор №01-23 от 28.08.2023, номер госрегистрации 20231556).

#### Список использованных источников

1. Изучение процесса осветления плодового вина методом микрофльтрации на плосколистных мембранных элементах / О. А. Кувшинова [и др.] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. — 2020. — Т. 9, №. 4. — С. 98–102.

2. *Егорова, О. С.* Факторы, влияющие на качество и сроки годности напитков брожения из плодового сырья: Обзор предметного поля / О. С. Егорова, Д. Р. Акбулатова, А. А. Шилкин // *Хранение и переработка сельхозсырья*. — 2023. — № 2. — С. 14–32.
3. *Гурова, В. Н.* Стабилизация фильтрационно-седиментационных свойств преддефектованного сока при использовании ферментных препаратов / В. Н. Гурова // *Проблемы и перспективы научно-инновационного обеспечения агропромышленного*. — 2021. — С. 78.
4. *Датиева, Б. А.* Влияние способов обработки на качество пива / Б. А. Датиева // *Вестник научных трудов молодых учёных, аспирантов и магистрантов ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет»*. — 2021. — С. 279–281.
5. *Клочко, А. В.* Причины и характер помутнений виноматериалов и вин и способы их обработки / А. В. Клочко, Г. И. Касьянов // *Устойчивое развитие, экологически безопасные технологии и оборудование для переработки пищевого сельскохозяйственного сырья; импортоопережение*. — 2016. — С. 186.
6. *Чермит, З. М.* О применении препаратов хитозана в пищевой промышленности / З. М. Чермит, Н. М. Агеева // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. — 2016. — № 39. — С. 192–208.
7. *Ловкис, З. В.* Стабилизация пива при коллоидных помутнениях с использованием сорбционного потенциала хитозана / З. В. Ловкис, М. М. Трусова, О. В. Павлова // *Пищевая промышленность: наука и технологии*. — 2022. — Т. 15, №3 (57). — С. 47–54.
8. *Попова, Э. В.* Биологическая активность хитозана с разной молекулярной массой / Э. В. Попова [и др.] // *Вестник защиты растений*. — 2017. — № 3 (93). — С. 28–33.
9. *Актуганов, Г. Э.* Устойчивость к хитозану бактерий и микромицетов, различающихся по способности к продукции внеклеточных хитиназ и хитозаназ / Г. Э. Актуганов [и др.] // *Микробиология*. — 2018. — Т. 87, № 5. — С. 599–609.
10. *Сафина, В. Р.* Антимикробная активность хитоолигомеров, полученных деструкцией хитина и хитозана в электронно-пучковой плазме / Сафина В. Р. [и др.] // *Известия Уфимского научного центра РАН*. — 2018. — № 3-3. — С. 34–40.

#### Информация об авторах

*Ловкис Зенон Валентинович*, академик Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, главный научный сотрудник РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова, 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь).

E-mail: Lovkis.zv@mail.ru

*Павлова Оксана Валерьевна*, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой технологии, физиологии и гигиены питания учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (пер. Доватора, 3/1, 230021, г. Гродно, Республика Беларусь).

E-mail: pavlova@grsu.by

*Колесник Ирина Михайловна*, старший преподаватель кафедры экологии учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (пер. Доватора, 3/1, 230021, г. Гродно, Республика Беларусь).

E-mail: i.kolesnik@grsu.by

*Трусова Мария Михайловна*, магистр биологических наук, старший преподаватель кафедры технологии, физиологии и гигиены питания учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы» (пер. Доватора, д. 3/1, 230021, г. Гродно, Республика Беларусь).

E-mail: brui.92@mail.ru

#### Information about authors

*Lovkis Zenon Valentinovich*, Academician of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering sciences, Professor, Honored Science Worker of the Republic of Belarus, Chief Researcher of RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus” (29, Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus).

E-mail: Lovkis.zv@mail.ru

*Pavlova Oksana Valerievna*, PhD (Technical), Associate Professor, Head of the Department of Technology, Physiology and Food Hygiene, Educational Institution “Grodno State University named after Yanka Kupala” (3/1, Dovator Lane, 230021, Grodno, Republic of Belarus).

E-mail: pavlova@grsu.by

*Kolesnik Irina Mikhailovna*, senior lecturer of the Department of Ecology of the Educational Institution “Grodno State University named after Yanka Kupala” (3/1, Dovator Lane, 230021, Grodno, Republic of Belarus).

E-mail: i.kolesnik@grsu.by

*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 Yanka Kupala” (3/1, Dovator Lane, 230021, Grodno, Republic of Belarus).

E-mail: brui.92@mail.ru