

УДК 664.1  
[https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-1\(55\)-80-87](https://doi.org/10.47612/2073-4794-2022-15-1(55)-80-87)

Поступила в редакцию 10.02.2022  
Received 10.02.2022

**О. В. Колоскова, О. К. Никулина, М. Р. Яковлева, К. И. Жакова**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию»,  
г. Минск, Республика Беларусь*

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МАЛОТОКСИЧНЫХ АНТИМИКРОБНЫХ ПРЕПАРАТОВ НА БАКТЕРИАЛЬНУЮ АКТИВНОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ КАЧЕСТВО ДИФфуЗИОННОГО СОКА**

**Аннотация.** В работе представлен обзор основных групп дезинфицирующих средств, используемых в пищевой промышленности. На основании анализа литературных данных дана оценка возможности их применения для подавления микробиологических процессов в диффузионных аппаратах при производстве сахара. Так же представлены результаты лабораторных исследований по изучению влияния малотоксичных антимикробных препаратов (полигексаметиленгуанидин гидрохлорида (ПГМГ) и диметилдитиокарбамата натрия (ДДК)) на бактериальную активность сокоотружечной смеси, диффузионного сока, свекловичного сока и на основные показатели технологического качества диффузионного сока.

**Ключевые слова:** производство сахара, диффузионный сок, антимикробные препараты, полигексаметиленгуанидин гидрохлорид, диметилдитиокарбамат натрия, бактериальная активность, метод спонтанного брожения.

**O. V. Koloskova, O. K. Nikulina, M. R. Yakovleva, K. I. Zhakova**

*RUE “Scientific and Practical Centre for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus”,  
Minsk, Republic of Belarus*

## **STUDY OF THE EFFECT OF LOW-TOXIC ANTIMICROBIAL AGENTS ON BACTERIAL ACTIVITY AND TECHNOLOGICAL QUALITY OF DIFFUSION JUICE**

**Abstract.** An overview of the main groups of disinfectants used in the food industry is presented in article. The opportunity of their using to suppress the microbiological infection during extraction in sugar production is evaluated. The results of laboratory studies of the effects of low-toxic antimicrobial agents (polyhexamethylene guanidine hydrochloride (PGMG) and sodium dimethyldithiocarbamate (SDK)) on the bacterial activity of the juice-beet chips mixture, diffusion juice, beet juice and on the main indicators of the technological quality of diffusion juice are also presented.

**Keywords:** sugar production, diffusion juice, antimicrobials, polyhescamethylene guanidine hydrochloride, sodium dimethyldithiocarbamate, bacterial activity, spontaneous fermentation method.

**Введение.** В свеклосахарном производстве основным дезинфектантом, применяющимся для подавления микробиологических процессов при экстрагировании, многие годы был формалин. Количество добавляемого формалина и частота его добавления устанавливалась исходя из микробиологической зараженности диффузионного сока. Расход формалина колебался от 0,015 до 0,1% к массе свеклы [1, 2, 3].

Достоинством формалина как дезинфицирующего средства являлась его низкая стоимость, а также то, что он, высокоэффективен в отношении микроорганизмов, развивающихся на различных этапах сахарного производства, незначительно реагирует с мякотью свекловичной стружки [4].

Однако данное средство токсично (2 класс опасности), легко испаряется, коррозионно-активное, экологически опасное, запрещено к использованию в пищевой промышленности стран ЕС. К тому же, формальдегид негативно влияет на технологические показатели продуктов: способствует повышению содержания солей кальция и цветности соков и сиропов, снижает чистоту очищенных продуктов, увеличивает содержание сахарозы в мелассе [4].

Учитывая токсичные свойства формалина, уже долгое время в сахарной промышленности ведется поиск новых дезинфицирующих средств, менее токсичных, чем формалин. Так, в последнее время было испытано большое количество дезинфицирующих средств, которые в зависимости от природы действующих веществ можно разделить на несколько групп [1, 4]:

- ♦ хлорсодержащие препараты;
- ♦ препараты, содержащие активный кислород;
- ♦ препараты на основе четвертичных аммонийных соединений;
- ♦ йодсодержащие препараты;
- ♦ препараты на основе производных карбаматов;
- ♦ средства на основе производных гуанидина.

На основании проведенных испытаний хлорсодержащих препаратов, таких, например, как хлорамин, хлорированные изоцианураты, хлорсодержащие фосфаты, даны рекомендации по их применению только для обработки корнеплодов, что связано с наличием в этих препаратах хлора, являющегося сильным мелассообразователем [1, 4].

Из кислородсодержащих дезинфицирующих средств большое внимание уделялось изучению действия перекиси водорода и надуксусной кислоты, которые безопасны для здоровья людей.

Проведенные исследования по выяснению возможности использования перекиси водорода в качестве дезинфицирующего средства на диффузии вместо формалина показали, что только при дозировке 1000 г раствора 35%-ной перекиси на 1 т свеклы достигается необходимая величина подавления жизнедеятельности микроорганизмов. Однако такой расход перекиси водорода экономически не оправдан [1, 2, 4].

Надуксусную кислоту получают при взаимодействии уксусной кислоты и перекиси водорода. Надуксусная кислота является нестабильной. При промышленном применении приготовленные разбавленные растворы должны быть использованы в течение 24 часов. Промышленные испытания препарата на основе надуксусной кислоты в Чехии показали его эффективность при обработке сахарной свеклы. Тем не менее, установлено, что для поддержания стерильности в диффузионном аппарате действия надуксусной кислоты недостаточно, а следовательно формалин нельзя заменить этим препаратом.

В качестве дезинфицирующих средств были испытаны четвертичные аммонийные соединения [4], глутаровые альдегиды, йодоформ. Эти препараты обладают высоким бактерицидным действием, но они очень дорогие.

В настоящее время отмечен рост числа критических публикаций, касающихся четвертичных аммонийных соединений (ЧАС). Авторы отмечают, что у одних видов микроорганизмов наблюдается естественная устойчивость к ЧАС, другие быстро ее приобретают, образуя биопленку, нейтрализующую активно действующие вещества [1, 4].

На основании анализа научно-технической литературы, а также анализа информации, предоставленной отечественными предприятиями, установлено, что на сегодняшний день для дезинфекции сокоотрующей смеси в диффузионном аппарате помимо формалина широко используются средства, в которых основными действующими веществами являются полигексаметиленгуанидин гидроксид и диметилдитиокарбамат натрия.

Установлено, что препараты на основе полигексаметиленгуанидинов обладают широким спектром действия и проявляют высокую биоцидную активность [5,6,7,8].

Гуанидиновые соединения широко распространены в природе. Благодаря аналогии химической структуры производных полигексаметиленгуанидина с естественными соединениями они биоразлагаемы, нетоксичны для теплокровных, не накапливаются в почве и организме человека, экологически безопасны, при естественном разложении превращаются в безопасные соединения [7, 8].

Диметилдитиокарбамат натрия — химическое соединение из группы карбаматов. Образуется при обработке сероуглерода диэтиламином в присутствии гидроксида натрия [4]. Является эффективным в подавлении микроорганизмов, присутствующих в сырье, технологических водах, полупродуктах сахарного производства, в частности, действует на мезофильные и термофильные бактерии (включая слизеобразующие бактерии рода *Leuconostoc* и спорообразующие бактерии рода *Bacillus*), микромицеты, дрожжи [4].

Вещество относится к III классу опасности — умеренно опасное вещество.

Таким образом, анализ данных научно-технической литературы позволил установить, что наиболее перспективными для применения в качестве дезинфицирующих средств в диффузионных аппаратах при производстве сахара являются средства на основе полигексаметиленгуанидинов и диметилдитиокарбамата натрия.

Анализ научно-технической литературы показал, что особенности использования противомикробных препаратов в сахарной промышленности не до конца изучены. Особый интерес представляет изучение влияния дезинфицирующих препаратов на показатели технологического качества диф-

фузионного сока, а также эффективности использования препаратов для сырья ухудшенного качества (подвергнувшегося длительному хранению, подмороженного, подгнившего).

Целью работы являлось изучение влияния малотоксичных антимикробных препаратов на бактериальную активность диффузионного сока, сокоотружечной смеси, свековичного сока, а также на основные показатели технологического качества диффузионного сока.

**Материалы и методы исследований.** Для проведения исследований были отобраны малотоксичные антибактериальные препараты: полигексаметиленгуанидин гидрохлорид (ПГМГ ГХ) и диметилдитиокарбамат натрия (ДДК). Для осуществления сравнительного анализа при проведении испытаний было принято решение использовать традиционные препараты: формалин и молочную кислоту.

Исследование бактерицидного эффекта изучаемых дезинфицирующих средств (диметилдитиокарбамата натрия, полигексаметиленгуанидина гидрохлорида, формалина и молочной кислоты) проводилось методом спонтанного брожения. Так как основным продуктом метаболизма микрофлоры на диффузии является молочная кислота, которая, в свою очередь, снижает уровень рН в исходной среде, то отследить активность развития микроорганизмов можно по изменению активной кислотности сока.

Для проведения исследований была использована сахарная свекла ухудшенного качества (после длительного хранения). В качестве объектов исследования были взяты сокоотружечная смесь, свековичный и диффузионный соки.

Для получения свековичной стружки сахарную свеклу нарезают на равные брусочки толщиной и шириной 0,4 – 0,5 см и длиной около 1,5 см.

Для приготовления диффузионного сока в полученную стружку добавляли воду в соотношении 1:1,2. Полученные смеси ставили на водяную баню при температуре 75–80 °С (при этом температура сокоотружечной смеси не превышала 70 °С) и выдерживали в течение 50 минут, периодически перемешивая. Жидкую фракцию сливали и получали диффузионный сок. Сок охлаждали и использовали для теста спонтанного брожения.

Для приготовления сокоотружечной смеси воду смешивали со стружкой в соотношении по массе 1:1,2.

Для получения свековичного сока свеклу нарезают на куски и измельчали на мясорубке. Из полученной кашицы выжимали сок при помощи ручного пресса.

Для проведения испытания полученный в лабораторных условиях диффузионный сок в количестве 150 см<sup>3</sup>, или свековичный сок, или сокоотружечная смесь в количестве 220 г (100 г стружки на 120 см<sup>3</sup> воды) помещались в чистые стерильные колбы, в которые, в соответствии с вариантами опытов, вводились дезинфицирующие средства (табл. 1). Дозировку препаратов рассчитывали в соответствии с рекомендациями производителей или данными научно технической литературы [1, 2].

**Таблица 1. Схема внесения антимикробных препаратов**  
**Table 1. The scheme of adding antimicrobial substances**

Препарат	№ опыта, описание образца	Рекомендуемая дозировка	Фактическая дозировка
Гидрохлорид полигексаметиленгуанидина (ПГМГ ГХ), 20 %-й водный раствор	№ 1 (сокоотружечная смесь + препарат), рН – 6,6	10 – 20 см <sup>3</sup> на 1т продукта	1,5 мл на 100 г стружки или сока
	№ 1а (диффузионный сок + препарат), рН – 6,4		
	№ 1б (свековичный сок + препарат), рН – 6,3		
Формалин	№ 2 (сокоотружечная смесь + препарат), рН – 6,6	10 – 20 см <sup>3</sup> на 1т продукта	1,5 мл на 100 г стружки или сока
	№ 2а (диффузионный сок + препарат), рН – 6,4		
	№ 2б (свековичный сок + препарат), рН – 6,0		

Окончание табл. 1

Препарат	№ опыта, описание образца	Рекомендуемая дозировка	Фактическая дозировка
Молочная кислота	№ 3 (сокоотружечная смесь) — 100 г стружки+150 мл воды+препарат), рН — 6,0	До рН 5,8 — 6,2	До рН = 5,8-6,2
	№ 3а (диффузионный сок+препарат), рН — 5,8		
	№ 3б (свекловичный сок + препарат), рН — 5,9		
Диметилди-тиокарбамат натрия (ДДК)	№ 4 (сокоотружечная смесь — 100 г стружки+150 мл воды+препарат), рН — 6,6	10-20 г на 1т свеклы	1,5 мкг на 100 г стружки или сока
	№ 4а (диффузионный сок+препарат), рН — 6,4		
	№ 4 б (свекловичный сок + препарат), рН — 6,1		
Контроль	№ 5 (сокоотружечная смесь), рН — 6,3	-	без добавления препарата
	№ 5а (диффузионный сок), рН — 6,4		
	№ 5б (свекловичный сок), рН — 6,1		

Колбы с содержимым выдерживали в течение 24 часов в термостате при температуре 35 — 40 °С. В образцах в начале проведения эксперимента и через каждый час определяли значения рН. По данному показателю вели контроль уровня микробиологического инфицирования и делали вывод об активности развития микроорганизмов.

Перед началом исследований в сахарной свекле, свекловичном и диффузионном соках были определены основные физико-химические показатели: содержание сахарозы; содержание сухих веществ; содержание  $\alpha$ -аминного азота; содержание золы.

Определение содержания сахарозы, сухих веществ, золы проводили в соответствии с [8, 9]. Определение содержания  $\alpha$ -аминного азота в соответствии с [10].

После термостатирования в диффузионном соке и свекловичном соке также определяли основные физико-химические показатели.

**Результаты исследований и их обсуждение.** В табл. 2 представлены физико-химические показатели сахарной свеклы, а также свекловичного и диффузионного соков, полученных из нее.

Таблица 2. Показатели качества исходного сырья  
Table 2. Product quality indicators

Показатель	Сахарная свекла	Свекловичный сок	Диффузионный сок
Содержание сахарозы, %	14,30	15,73	12,91
Сухие вещества, %	20,88	19,30	14,7
Чистота, %	-	81,50	87,82
Альфа-аминный азот, ммоль на 100 г свеклы / % к массе сока	1,34	1,33/0,019	1,05/0,016
Зола, %	0,690	-	0,379

Анализируя данные табл. 2, следует отметить, что сахарная свекла отличалась невысокой сахаристостью (14,30 %), что соответствует свекле ухудшенного качества. Содержание  $\alpha$ -аминного азота составило 1,34 % к массе свеклы, то есть находилось в пределах нормы (менее 2,2).

Полученный диффузионный сок по чистоте можно отнести к диффузионному соку среднего качества (более 85,5 %, но менее 88 %), по показателю содержание  $\alpha$ -аминного азота — хорошего качества (менее 0,025 %).

На рис. 1–3 графически представлены данные, полученные в ходе изучения бактерицидной активности антимикробных препаратов методом спонтанного брожения.

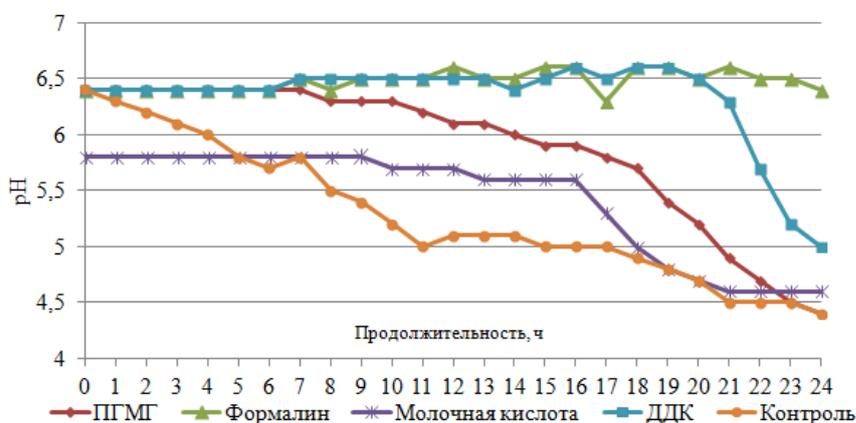


Рис. 1. Зависимость pH сокоостружечной смеси от продолжительности термостатирования  
 Fig. 1. The dependence of the pH of the juice-beet chips mixture on the duration of thermostating

Полученные диаграммы отражают скорость изменения pH при термостатировании в исследуемых образцах, которая коррелирует с интенсивностью накопления органических кислот, продуцируемых микроорганизмами-контаминантами в процессе жизнедеятельности.

Анализ рис. 1 показывает, что снижение активной кислотности контрольного образца сокоостружечной смеси начинается уже на первом часу термостатирования, а в образцах, содержащих антимикробные препараты, на 3 — 11 часу в зависимости от используемого препарата. В контрольном образце за 24 часа культивирования показатель pH снизился от 6,6 до 4,3, то есть на 2,3 единицы. Наиболее интенсивно в контрольном образце сокоостружечной смеси pH падал в первые 3 часа культивирования, в дальнейшем скорость изменения pH снижалась, что вероятно связано с увеличением концентрации молочной кислоты, оказывающей подавляющее действие на процессы жизнедеятельности микроорганизмов.

В образцах, содержащих диметилдитиокарбамат натрия и молочную кислоту, за 24 часа pH снизился до 4,3, в образце сокоостружечной смеси с полигексаметиленгуанидин гидрохлоридом — до 4,4. В образце, содержащем формалин, за 24 часа pH снизился до 5,3. Анализируя динамику изменения pH в образце с формалином (рис. 1), хочется отметить, что в течение первых десяти часов культивирования pH сокоостружечной смеси оставался неизменным.

При производстве сахара pH диффузионного сока и сокоостружечной смеси не должен опускаться ниже 5,8 — 6,0. В контрольном образце сокоостружечной смеси pH опустился ниже 6,0 уже на 3 часу термостатирования. В образцах, содержащих дезинфицирующие средства на 10 часу для молочной кислоты, на 11 часу для ПГМГ ГХ, на 13-ом часу для ДДК и на 22 часу для формалина.

Анализ зависимостей pH различных образцов диффузионного сока от продолжительности термостатирования (рис. 2) показывает, что, как и в случае с сокоостружечной смесью, в контрольном образце, не содержащем дезинфицирующие средства, активное развитие микроорганизмов наблюдалось уже в течение первого часа, что проявлялось в снижении pH. В контрольном образце диффузионного сока за 24 часа термостатирования pH снизился от 6,4 до 4,4.

Изменение pH за счет микробиологической активности наблюдалось в образце диффузионного сока, содержащем ПГМГ ГХ, на 8 часу термостатирования.

В образце диффузионного сока, содержащем в качестве антимикробного препарата ДДК, снижение pH начиналось только на 21 часу термостатирования. В образце, содержащем формалин, в течение 24 часов pH колебался на уровне 6,3 — 6,6.

В образце, содержащем ПГМГ ГХ, pH опустился ниже значения 6,0 на 15-ом часу культивирования, ДДК — на 22-ом часу. В образце диффузионного сока, где в качестве антимикробного препарата применялась молочная кислота, первоначальное значение показателя pH составляло 5,8. Ниже этой критической отметки pH упал на 10-м часу культивирования.

В эксперименте со свекловичным соком (рис. 3) во всех исследуемых образцах изменение pH происходило медленнее, чем в двух предыдущих опытах, что вероятнее всего вызвано не более медленным протеканием микробиологических процессов, а более высокой буферной емкостью свекловичного сока.

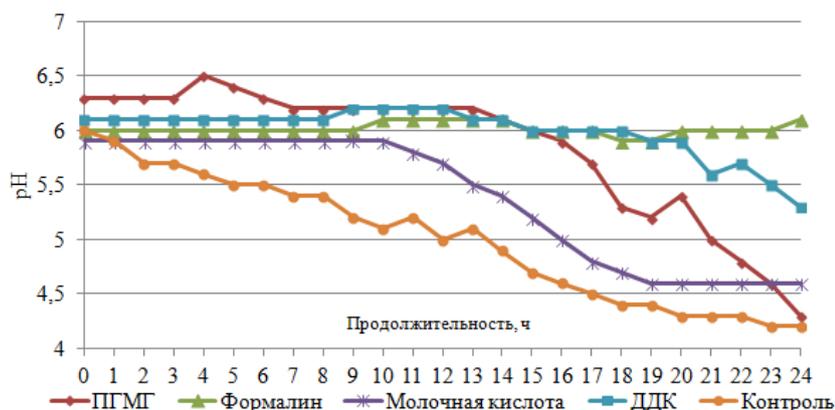


Рис. 2. Зависимость pH диффузионного сока от продолжительности термостатирования  
 Fig. 2. The dependence of the pH of the diffusion juice on the duration of thermostating

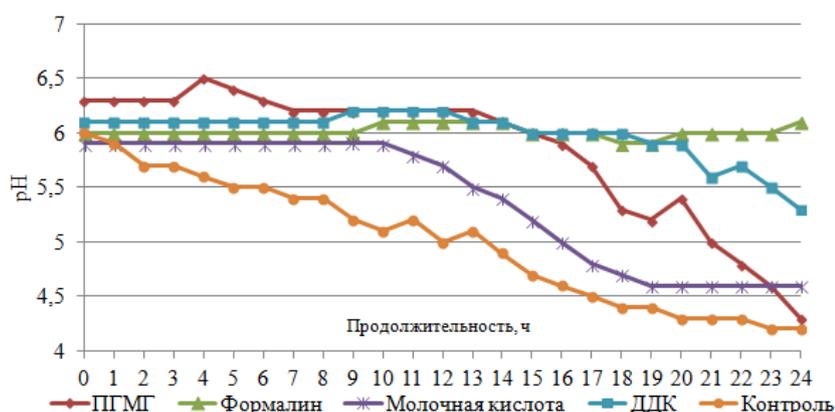


Рис. 3. Зависимость pH свековичного сока от продолжительности термостатирования  
 Fig. 3. The dependence of the pH of the beet juice on the duration of thermostating

Как и в случае с диффузионным соком и сокоотружечной смесью при использовании свековичного сока наиболее ярко выражен эффект подавления бактериальной активности у формалина: в течение 24 часов термостатирования показатель pH практически оставался на одном и том же уровне. ДДК практически не уступает формалину по эффективности: снижение pH в образце свековичного сока, содержащем ДДК, ниже значения 6,0 происходило на 19-ом часу термостатирования, а значение pH по окончании эксперимента не опускалось ниже 5,3. Применение в качестве антимикробного средства ПГМГ ГХ тоже можно считать весьма эффективным: показатель pH опустился ниже значения 6,0 лишь на 19-ом часу термостатирования. При использовании молочной кислоты первоначальное значение pH свековичного сока составило 5,9, на 12-ом часу термостатирования значение pH опустилось ниже критического уровня 5,8.

Анализируя данные эксперимента, можно сделать вывод, что все антимикробные препараты, которые использовались в опыте, эффективно подавляют бактериальную активность. Вместе с тем, наиболее сильно антибактериальный эффект выражен у формалина. Тем не менее, результаты тестов со свековичным и диффузионным соком показывают, что диметилдитиокарбамат натрия лишь незначительно уступает формалину по своей эффективности.

Во всех образцах диффузионного сока после выдерживания при температуре 35–40 °С были определены основные показатели технологических качеств. Результаты представлены в табл. 3.

Анализ данных, представленных в таблице 3, позволяет сделать вывод, что во всех образцах диффузионного сока, независимо от используемого антимикробного средства, содержание  $\alpha$ -аминного азота увеличилось на 0,2 ммоль на 100 г свеклы, что составляет 20 % по отношению к значению данного показателя до термостатирования. Содержание золы осталось неизменным. Наибольшие потери сахарозы были отмечены в контрольном образце диффузионного сока, а также в образцах,

в которые вносили ПГМГ ГХ и молочную кислоту соответственно, именно в этих образцах наблюдалось и наибольшее снижение рН в процессе термостатирования.

Таблица 3. Показатели качества диффузионного сока после термостатирования  
Table 3. Diffusion juice quality indicators after thermostating

Показатель	Исходные показатели качества	Образец				
		ПГМГ ГХ	Формалин	Молочная кислота	ДДК	Контроль
Сахароза, %	12,91	11,88	12,80	11,86	12,46	11,86
Сухие вещества, %	14,7	14,69	14,65	14,67	14,69	14,68
Чистота, %	87,82	80,87	87,37	80,85	84,82	80,79
α-аминный азот, ммоль на 100 г свеклы	1,05/0,016	1,24	1,25	1,25	1,27	1,26
Зола, %	0,379	0,379	0,379	0,379	0,379	0,379

О снижении чистоты образцов диффузионного сока можно судить по гистограмме, представленной на рис. 4.

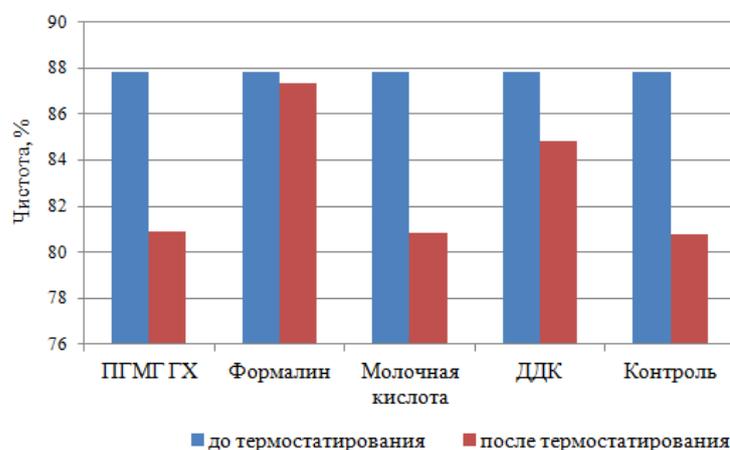


Рис. 4. Изменение чистоты диффузионного сока в образцах с различными антимикробными препаратами

Fig. 4. Changes in the purity of diffusion juice in samples with different antimicrobials agents

Анализ рисунка 4 показывает, что в контрольном образце, образцах с молочной кислотой и ПГМГ ГХ, в которых наблюдалось наибольшее снижение рН и, соответственно, более высокая бактериальная активность в конце процесса термостатирования, отмечено снижение чистоты диффузионного сока на 6,95 — 7,03 %.

**Заключение.** Исследовано влияние современных малотоксичных антимикробных препаратов ПГМГ ГХ и ДДК, а также молочной кислоты и формалина на бактериальную активность сокоструженной смеси, свекловичного и диффузионного соков, полученных из свеклы ухудшенного качества. В результате изучения бактерицидного эффекта антимикробных препаратов методом спонтанного брожения было установлено, что все антимикробные препараты, которые использовались в опыте (ДДК, ПГМГ ГХ, формалин, молочная кислота), эффективно подавляют бактериальную активность.

Анализ изменений показателей технологического качества диффузионного сока после термостатирования с антимикробными препаратами показал, что в контрольном образце, образцах с молочной кислотой и ПГМГ ГХ, где наблюдалось наибольшее снижение рН, а, следовательно, и наибольшая бактериальная активность, отмечалось значительное снижение качества диффузионного сока: снижение чистоты на 6,95 — 7,03 %, содержания сахарозы на 1,03 — 1,05 %. При использовании формалина и ДДК за 24 часа термостатирования содержание сахарозы снизилось на 0,45 и 3 %, чистота на 0,11 и 0,45 % соответственно.

Из вышесказанного следует, что наиболее сильно антибактериальный эффект выражен у формалина. Тем не менее, результаты тестов со свекловичным и диффузионным соком показывают, что диметилдителиокарбамат натрия лишь незначительно уступает формалину по своей эффективности.

### Список использованных источников

1. *Бугаенко, И. Ф.* Повышение эффективности сахарного производства. Часть II. Извлечение сахара из стружки / И.Ф. Бугаенко. — Москва, 2000. — 70 с.
2. *Бугаенко, И. Ф.* Общая технология отрасли: Научные основы технологии сахара: Учебник для студентов вузов / И.Ф. Бугаенко, В.И. Тужилкин. Ч.1. — СПб.: ГИОРД, 2007. — 512 с.
3. *Сапронов, А. Р.* Технология сахарного производства / А.Р. Сапронов. — Москва : Колос, 1999. — 494 с.
4. Применение дезинфицирующих средств при извлечении сахара. — Режим доступа: <http://agroportal24.ru/tehnologiya-sahara/6814-primenenie-dezinficiruyuschih-sredstv-pri-izvlechenii-sahara.html>. — Дата доступа: 4.02.2022 г.
5. *Никулина, О. К.* Исследование фунгицидного и фунготоксического действия препарата Гембар на возбудителей кагатной гнили сахарной свеклы / О.К. Никулина, Л.И. Чернявская // Пищевая промышленность: наука и технологии. — 2016. — № 3(33). — С. 68–77.
6. *Никулина, О. К.* Влияние обработки биологически активными препаратами на технологические показатели качества корнеплодов при хранении сахарной свеклы / О.К. Никулина, Л.И. Чернявская // Пищевая технология. — 2021. — № 4(382). — С. 36–40.
7. *Стародубцева, А. М.* Предупреждение микробиологических процессов при хранении и переработке сахарной свеклы [Электронный ресурс]. - 2020. — Режим доступа: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014006892>. — Дата доступа: 4.02.2022 г.
8. *Спичак, В. В.* «Биопаг» для обработки диффузионного сока / В.В. Спичак // Сахар. — 2012. — № 2. — С. 38 — 40.
9. *Силин, П. М.* Химический контроль свеклосахарного производства / П. М. Силин, Н. П. Силина. — Москва : Пищевая промышленность. — 1977. — 240 с.
10. Инструкция по химико-техническому контролю и учету сахарного производства: Утв. М-вом пищ. Пром-ти СССР 27.07.81. — К.: Издана ВНИИ сахарной пром-ти, 1983. — 476 с.
11. Сборник методик определения эффективности процессов в сахарном производстве. — Минск : РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию», 2014. — 128 с.

### Информация об авторах

*Колоскова Ольга Владимировна* — кандидат технических наук, старший научный сотрудник РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [sugar@belproduct.com](mailto:sugar@belproduct.com)

*Никулина Оксана Константиновна* — кандидат технических наук, заведующий научно-исследовательской лабораторией сахарного производства., РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [sugar@belproduct.com](mailto:sugar@belproduct.com)

*Яковлева Мария Романовна* — инженер-технолог, магистр технических наук, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [sugar@belproduct.com](mailto:sugar@belproduct.com)

*Жакова Кристина Ивановна* — кандидат технических наук, ученый секретарь РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по продовольствию» (ул. Козлова 29, 220037, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)

### Information about authors

*Koloskova Olga Vladimirovna* — PhD (Engineering), Senior Researcher RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [sugar@belproduct.com](mailto:sugar@belproduct.com)

*Nikulina Oksana Konstantinovna* — PhD (Engineering), Head of Research Laboratory of Sugar Production RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [sugar@belproduct.com](mailto:sugar@belproduct.com)

*Yakovleva Maria Romanovna* — Process Engineer RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [sugar@belproduct.com](mailto:sugar@belproduct.com)

*Zhakova Kristina Ivanovna* — PhD (Engineering), Scientific Secretary RUE «Scientific and Practical Center for Foodstuffs of the National Academy of Sciences of Belarus» (29 Kozlova str., 220037, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [info@belproduct.com](mailto:info@belproduct.com)