

Таблица 1. Физико-химические показатели каротиноидного красителя

Наименование показателя	Норма
Внешний вид и цвет	Прозрачный или слегка мутный этанольный экстракт желто-оранжевого цвета
Запах	Свойственный пигменту и растворителю без постороннего запаха
Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup>	820
Содержание экстрактивных веществ, %	не более 8,0
Содержание красящих веществ в пересчете на β-каротин, мг/дм <sup>3</sup>	Не менее 1000
Растворимость в воде	Растворяется в этанольных растворах при содержании этанола не менее 10 об.д.%
Кислотность pH	5,5

Определена антиоксидантная активность полученного колоранта. Значение АОА составило 2,4007 мг/дм<sup>3</sup>, что подтверждает его пищевую ценность и обоснованность его использования в функциональных напитках.

С полученными гидрофилизированными каротиноидными красителями из корнеплодов моркови посевной и плодов тыквы были приготовлены ликеро-водочные напитки – сладкая и десертная настойка с целью увеличения АОА последних.

Установлено, что внесение каротиноидных пигментов значительно увеличивает АОА напитков (таблица 2 и таблица 3).

Таблица 2. Антиоксидантная активность сладкой настойки

	без красителя	с красителем на 1 сутки	с красителем на 30 сутки
Площадь пика, нА*с	3087,7453	5458,6147	6917,1657
Значение АОА, мг/дм <sup>3</sup>	1,6377	3,0603	3,9354

При хранении напитка происходит изменение АОА с 3 мг/дм<sup>3</sup> до 3,9 мг/дм<sup>3</sup>, по всей вероятности из-за ассоциативных взаимодействий каротиноидных пигментов с компонентами настойки, экстрагирующимися из нативного природного сырья, т.к. образуются дополнительные активные функциональные центры, обладающих повышенной АОА.

Таблица 3. Антиоксидантная активность десертной настойки

	без красителя	с красителем на 1 сутки	с красителем на 30 суток
Площадь пика, нА*с	1673,9307	4048,81	3164,0889
Значение АОА, мг/дм <sup>3</sup>	0,7895	2,2144	1,6836

Из представленных данных видно, что внесение каротиноидного колоранта приводит к значительному увеличению АОА напитка. При хранении в течение 30 суток антиоксидантная активность незначительно уменьшается с 2,2 мг/дм<sup>3</sup> до 1,7 мг/дм<sup>3</sup>.

УДК 631.879.2:637.1:631.8

**Цыганова А.А.<sup>1</sup>**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,

**Благовещенская Т.С.<sup>1</sup>, Свирская Д.М.<sup>2</sup>, Мозоль А.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет, г. Минск

<sup>2</sup>Детский национальный технопарк, г. Минск, Республика Беларусь

### **ПОТЕНЦИАЛ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В КАЧЕСТВЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В АГРАРНОМ СЕКТОРЕ**

Предприятия пищевой промышленности имеют небольшие объёмы производства и небольшое водоотведение, но количество таких предприятий велико. По состоянию на 2021 год количество предприятий пищевой промышленности в РБ составило 1130. При этом молочную промышленность можно считать второй по значимости, после мясной, ее доля в производстве продовольствия составляет почти 29 %.

В настоящее время увеличение ассортимента продукции пищевой промышленности и наращивание производительности предприятий данной отрасли приводят к тому, что количество осадков сточных вод увеличивается. Сточные воды, сбрасываемые предприятиями пищевой промышленности, можно разделить на четыре вида: производственные, хозяйственно-бытовые, теплообменные, ливневые. [1]

Производственные сточные воды являются наиболее загрязненными. Они образуются в результате различных технологических операций, а также при мойке емкостей и уборке производственных помещений.

Хозяйственно- бытовые сточные воды составляют большую часть общего количество сточных вод. Их нагрузка зависит исключительно от количества людей на производстве и живущих на территории предприятия.

Теплообменные сточные воды относятся к группе так называемых условно чистых вод. Они образуются при охлаждении молочного оборудования (пастеризаторов, охладителей, емкостей), а также холодильной аппаратуры и чаще всего благодаря небольшой степени загрязнений направляются в сборник оборотных вод.

Ливневые сточные воды образуются из атмосферных осадков, которые, проходя через околослойные слои воздуха, улавливают пыль, газы, продукты неполного сгорания топлива.

В образовавшихся сточных водах содержатся жиры, крахмал, сахар, ПАВы, химические вещества, сыворотку и пр., характеризуются высокими показателями БПК, ХПК, взвешенных веществ. Осадки, образующиеся в результате очистки сточных вод в больших объемах, являются трудно фильтруемыми суспензиями коллоидного типа с неоднородными свойствами и составом, содержащими органические вещества, бактерии. На практике используют следующие способы очистки сточных вод:

Механические способы. Этим способом избавляются от нерастворимых в воде частиц. Механический способ происходит в три этапа: отстаивание, процеживание и фильтрование. Отстаивание – также его называют гравитационной очисткой, в ходе отстаивания частицы с большей чем у воды плотностью опускаются на дно отстойника, а частица с меньшей плотностью поднимаются на поверхность отстойника. Процеживание предназначено для отлова крупных частиц с плотностью приблизительно равной плотности воды. Потоки сточных вод проходят через установленные на их пути решетки и сито. Фильтрование подобно процеживанию, но предназначено для отлова мелких частиц. Вместо решёток и сит используют фильтры.

Химические способы включают в себя: нейтрализацию, окисление и восстановление. Нейтрализация предназначена для очистки растворенных в сточных водах кислот и оснований. Если на предприятии есть оба стоки, то их можно просто смешать. Окислением убирают те частицы, которые невозможно очистить другим способом. Восстановлением убирают загрязнения хрома, ртути, мышьяка и др.

Физико-химические способы: коагуляция, флотация и метод ионного обмена. Коагуляция направлена на образование нерастворимых хлопьев, которые можно удалить фильтрацией. При помощи флотации удаляются примеси нефтепродуктов. Пузырьки воздуха проходя через примеси образуют пену, которая удаляется с поверхности воды. Метод ионного обмена используют для умягчения воды.

Биологический способ предназначен только для очистки от органических примесей. Аэробные бактерии – одни из самых распространённых видов живых организмов, которые используются для очистки органических примесей. Обработка и утилизация осадков сточных вод производится путем механического обезвоживания и обеззараживания и размещением, как правило, на полях фильтрации [2]. Однако существуют еще некоторые возможные способы утилизации осадков сточных вод пищевых производств.

Объектом исследования являются ОСВ предприятия ООО «Праймилк» за период 2021 года. Основным направлением деятельности которого является производство функциональных ингредиентов на основе молочной сыворотки для применения в пищевых и кормовых целях: для применения в пищевых и кормовых целях: сывороточно-жировой концентрат с массовой долей жира 50 %, микропартикуляционный концентрат, сыворотка подсырная сухая.

Отбор и подготовку проб для анализа производили по ГОСТ 17.4.4.02. Отбор проб осадков для анализов осуществлялся поставщиком в партии осадка, подготовленной для поставки. Среднюю пробу составляли путем смешивания 5 точечных проб осадка сточных вод. Масса средней пробы была не менее 1 кг. Полученную среднюю пробу помещают в чистую, сухую, плотно закрывающуюся банку из полимерного материала. Допускается использование полиэтиленовых пакетов, не бывших в употреблении. На банку наклеивают этикетку с обозначениями: наименование осадка сточных вод, даты отбора проб и обозначение настоящих технических условий, фамилию проводившего отбор проб. Перед каждым испытанием пробу тщательно перемешивают. Внешний вид и цвет определялся визуально. Методы контроля показателей приведены в таблице 1.

## Секция 1. ПЕРЕРАБОТКА И ХРАНЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ

Таблица 1. Методы контроля показателей качественного состава осадка сточных вод

Наименование показателя	Метод контроля
Содержание органического вещества	ГОСТ 27980
Определение кислотности среды	ГОСТ 27979
Содержание влаги	ГОСТ 26713
Содержание общего азота	ГОСТ 26715
Содержание общего фосфора	ГОСТ 26717
Содержание общего калия	ГОСТ 26718
Содержание тяжелых металлов: - свинца, мышьяка, кадмия, цинка; - ртути.	ГОСТ 30823 ГОСТ 31050

Анализ значений, по которым оценивают возможность применения осадка сточных вод, образующегося в процессе биологической очистки, на предприятии ООО «Праймилк» за период 2021 года свидетельствует о том, что основные физико-химические, бактериологические и органолептические показатели соответствовали норме. (таблица 2).

Таблица 2. Основные физико-химические, бактериологические и органолептические показатели осадка сточных вод ООО «Праймилк» за период 2021 года

Наименование показателя, размерность	Единицы измерения	Норматив	Показатели ОСВ ООО «Праймилк»
Органическое вещество, не менее	% на сухое вещество	40	38
Кислотность среды (рН)	ед. рН	5,5-8,5	7,5
Внешний вид, цвет		Структурированная масса темно-коричневого цвета	Структурированная масса темно-коричневого цвета
Свинец, не более	мг/кг	200	120
Кадмий, не более	мг/кг	5	2,5
Мышьяк, не более	мг/кг	10	7
Цинк, не более	мг/кг	500	300
Ртуть, не более	мг/кг	7,5	6,5
Бактерии группы кишечной палочки, клеток/н удобрения фактической влажности, не более	клеток/г осадка фактической влажности	100	95
Патогенные микроорганизмы, в том числе сальмонеллы	клеток/г	отсутствие	отсутствие
Яйца гельминтов и цисты кишечных патогенных простейших	экз./кг осадка фактической влажности	отсутствие	отсутствие
Азот общий (N), не менее	% на сухое вещество	1,0	1,0
Фосфор общий (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), не менее	% на сухое вещество	0,5	0,4
Калий общий (K <sub>2</sub> O) %, не менее	% на сухое вещество	0,5	0,4
Содержание влаги по массе, в %, не более	в %	90	84

Результаты исследований позволяют делать следующие выводы:

1. Рекомендуется использовать осадок сточных вод в качестве органического удобрения на дерново-подзолистых почвах среднего уровня плодородия в дозе 60 т/га при возделывании сахарной свеклы и кукурузы на зерно.

2. Оптимальный срок внесения осадка сточных вод – весенний до посева сельскохозяйственных культур с помощью навозоразбрасывателя РОУ-6 с последующей заделкой плугом на глубину пахотного слоя от 0 до 20 см.

3. При использовании навозоразбрасывателя для внесения удобрений, ввиду особых их физических свойств, необходимо проводить внесение удобрений на первой пониженной скоростной передаче трактора с применением синхронного вала отбора мощности и со скоростью передвижения не более 5 км/час.

4. Внесение удобрений нельзя проводить во время выпадения атмосферных осадков.

5. Для более эффективного внесения удобрений допускается их компостирование с другими органическими веществами – соломой, торфом, опилками.

### Список использованной литературы

1. Карманов, А.П. Технология очистки сточных вод: Учебное пособие / Карманов А.П. – Вологда: Инфра-Инженерия, 2018. – 212 с.

2. Комарова Л.Ф., Полетаева М.А. Использование воды на предприятиях и очистка сточных вод в различных отраслях промышленности: Учебное пособие/ Барнаул, 2010. – 174 с.

УДК 637.531.45

**Груданов В.Я., доктор технических наук, профессор,  
Торган А.Б., кандидат технических наук, доцент, Романчик А.С., Атрошик М.Д.**  
Белорусский государственный аграрный технический университет, г. Минск

### РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ НОЖЕВОЙ РЕШЕТКИ ЭМУЛЬСИТАТОРА

Решетка эмульсатора (перфорированная пластина) должна иметь одинаковую пропускную способность по всей рабочей поверхности и создавать минимальное гидравлическое (аэродинамическое) сопротивление для мясного сырья [1].

Для решения этой задачи используем свойства чисел, известных в литературе под названием ряда Фибоначчи: 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21... . Как видно из этого ряда в нем каждое последующее число, начиная с третьего равно сумме двух предыдущих [2].

В общем виде эта закономерность может быть представлена следующим образом

$$a_{n+2} = a_{n+1} + a_n \quad \text{при } n \geq 1 \quad (a_1 = 1, a_2 = 1) \quad (1)$$

Уравнение (1) представляет собой разностное уравнение второго порядка. Его общее решение имеет вид

$$a_n = A_{q_1}^{n-1} + B_{q_2}^{n-1}, \quad (2)$$

где  $q_1 = \frac{1+\sqrt{5}}{2}$ ;  $q_2 = \frac{1-\sqrt{5}}{2}$   $A$  и  $B$  произвольные постоянные.

Так как  $a_1 = a_2 = 1$ , то

$$A = \frac{1+\sqrt{5}}{2\sqrt{5}} \quad \text{и} \quad B = \frac{\sqrt{5}-1}{2\sqrt{5}}$$

Тогда

$$a_n = \frac{1}{\sqrt{5}} \left[ \left( \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^n - \left( \frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^n \right] \quad \text{при } n \geq 1 \quad (3)$$

По определению «золотого» сечения («золотой пропорции») имеем

$$a_n = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{a_{n+1}}{a_n} = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\left( \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^{n+1} - \left( \frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^{n+1}}{\left( \frac{1+\sqrt{5}}{2} \right)^n - \left( \frac{1-\sqrt{5}}{2} \right)^n} = \frac{1+\sqrt{5}}{2} \quad (4)$$

Из (4) следует, что отношение двух соседних чисел ряда Фибоначчи в пределе составляет  $\alpha = \Phi = \frac{1+\sqrt{5}}{2} = 1,6180$  Легко проверить, что, начиная с пятого члена ряда Фибоначчи это отношение достаточно близко к золотому сечению:  $8/5=1,60000$ ;  $13/8=1,62500$ ;  $21/13=1,61528$ ;  $34/21=1,61904$ .