

СЕКЦИЯ 21

«СОВРЕМЕННЫЕ НАУЧНО- ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРИКЛАДНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ И ИНЖЕНЕРИИ»

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИННОВАЦИОННОГО КОРМА С УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМИ ЧАСТИЦАМИ ДЕФИЦИТНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ Белов А.Г., канд. техн. наук, Антимонов С.В., канд. техн. наук, доцент, Попов В.П., канд. техн. наук, доцент, Пироженко И.М.....	3861
ВЛИЯНИЕ НАНОКОМПОЗИТА CU-C НА ЖИВУЮ МАССУ КАРПА Буланин Д.И. ^{1,2} , Мирошникова Е.П. ¹ , д-р биол. наук, профессор, Мингазова М.С. ¹ , Аринжанов А.Е. ¹ , канд. с.-х. наук, доцент, Килякова Ю.В. ¹ , канд. биол. наук, доцент	3865
ПОЛУЧЕНИЕ СУБЛИМИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ Бурцев И.Ш.....	3868
ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ ХЛЕБЦЕВ ДЛЯ СУХИХ ПАЙКОВ С ПОМОЩЬЮ ЭКСТРУЗИИ Ваншин В.В., канд. с.-х. наук, доцент, Ваншина Е.А., канд. пед. наук, доцент	3872
СУЛЬФАТНАЯ КОРРОЗИЯ ЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ Вельмисов Д.А., Берестова А.В., канд. техн. наук, доцент	3876
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ Вельмисов К.А., Берестова А.В., канд. техн. наук, доцент....	3880
КОНСТРУКЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО МОЛОТКА ДРОБИЛКИ Волошин Е.В., канд. техн. наук, доцент, Антимонов С.В., канд. техн. наук, доцент, Белов А.Г., канд. техн. наук, доцент, Соловых С.Ю., канд. техн. наук, доцент	3885
ПЕРСПЕКТИВЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ¹ Волошин Е.В., канд. техн. наук, доцент, ² Леонова С.А., д-р техн. наук, профессор, ¹ Никифорова Т.А., д-р техн. наук, профессор	3888
ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ - ИСТОЧНИКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ ¹ Волошин Е.В., канд. техн. наук, доцент, ¹ Никифорова Т.А., д-р техн. наук, профессор, ² Леонова С.А., д-р техн. наук, профессор.....	3894
РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДРОБИЛКИ С УНИВЕРСАЛЬНЫМИ МОЛОТКАМИ Волошин Е.В., канд. техн. наук, доцент, Антимонов С.В., канд. техн. наук, доцент, Василевская С.П., канд. техн. наук, доцент, Соловых С.Ю., канд. техн. наук, доцент.....	3898
ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАРМЕЛАДА ИЗ ОБЛЕПИХИ Горяева А.В., Дусаева Х.Б. канд. с.-х. наук, доцент	3901
ПРОБЛЕМЫ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НЕФТИ Долгова А.Е.	3904
ЦЕОЛИТЫ КАК АДСОРБЕНТ ПРИ ОСУШКЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА Елисеев Н. В.....	3907

ПРИМЕНЕНИЕ АМПУЛЯРИЙ В КАЧЕСТВЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОИНДИКАТОРОВ Кахаева А.Н., Килякова Ю.В., канд. биол. наук, доцент, Мингазова М.С.	3912
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОКОМПОЗИТА ЦИНКА В КОРМЛЕНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ Килякова Ю.В., канд. биол. наук, доцент, Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор, Аринжанов А.Е., канд. с.-х. наук, доцент, Мингазова М.С.	3916
КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА ПТИЦЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБВАЛКИ, ФОРМИРУЕМЫЕ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ Клычкова М.В., канд. биол. наук, доцент, Кичко Ю.С., канд. биол. наук, доцент, Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор	3923
ОСОБЕННОСТИ ИЗОТОНИЧЕСКИХ НАПИТКОВ НА МОЛОЧНОЙ ОСНОВЕ Конопелько П.А.	3928
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЫКВЕННОГО ПЮРЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕКСА Крылова А.С., Дусаева Х.Б. канд. с.-х. наук, доцент	3932
МЕХАНИЗМЫ СЕРОВОДОРОДНОЙ КОРРОЗИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРЕ Курников В.Н., Василевская С.П. канд. техн. наук, доцент	3935
УНИКАЛЬНОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ ФИТОХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ Маленкина К.А.	3940
СРАВНЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ Манеева Э.Ш., канд. биол. наук, доцент, Морозова Е.В.	3945
ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ Махамбетова Л.А.	3949
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ Машков А.В., Быков А.В., д-р биол. наук, доцент	3952
ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРПА Мингазова М.С., Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор, Килякова Ю.В., канд. биол. наук, доцент, Аринжанов А.Е., канд. с.-х. наук, доцент	3956
МИКРОБИОМ КИШЕЧНИКА КАРПА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ Мингазова М.С., Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор, Аринжанов А.Е., канд. с.-х. наук, доцент, Килякова Ю.В., канд. биол. наук, доцент	3961
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЯГОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТОВ Мингазова М.С., Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор, Догарева Н.Г., канд. с.-х. наук, доцент	3966
КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ НА КАФЕДРЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ЖИВОТНОГО СЫРЬЯ И АКВАКУЛЬТУРЫ ОГУ Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор, Мингазова М.С.,	

Аринжанов А.Е., канд. с.-х. наук, доцент, Килякова Ю.В., канд. биол. наук, доцент	3970
МЯГКИЕ СЫРЫ ИЗ СМЕСИ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ Мирошникова Е.П., д-р биол.наук, профессор, Клычкова М.В., канд. биол. наук, доцент, Кичко Ю.С., канд. биол. наук, доцент, Мохиборода О.А.....	3978
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЙОГУРТА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ Отегенова А.С., Дусаева Х.Б. канд. с-х. наук, доцент	3981
ПРИМЕНЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ХИМИИ Петина А.Е., Быков А.В. канд. биол. наук, доцент.....	3985
ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДЕСЕРТНЫХ ПАСТ Пономаренко Д.В.	3989
СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ СИНТЕЗА САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ Постникова Ю.О., Быков А.В. д-р биол. наук, доцент.....	3993
ТЕХНОЛОГИЯ СЫРНОГО ПРОДУКТА С РАСТИТЕЛЬНОМ БЕЛКОМ Романова В.В., Догарева Н.Г., канд. с.-х. наук, доцент	3998
ЗУБАТКА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ РЫБОЛОВСТВА И РЫБОВОДСТВА Саплинов И.К., Мингазова М.С., Килякова Ю.В., канд. биол. наук, доцент	4002
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КЕКСА ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО СПОСОБА ВЫПЕЧКИ Сидоренко Г.А., канд. техн. наук, доцент, Попов В.П., канд. техн. наук, доцент, Белов А.Г., канд. техн. наук, Почетова Н.А., Керимова А.Э.	4006
ВАРЬИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНОЙ МУЧНОГО СЫРЬЯ Федотов В.А., д-р техн. наук, доцент, Гостев И.С., Советов Е.В., Бугорская М.А., Кулешова В.В., Милюков С.П.	4011
ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРЫ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ДОБАВКОЙ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ Федотов В.А., д-р техн. наук, доцент, Савина И.А., Казакова А.С., Киселева П.А., Советов В.Я., Холодилина Ж.И.	4017
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ Федотов В.А., д-р техн. наук, доцент, Якушев А.В., Шишак А.А., Малышев С.Н., Лукьянова Е.С., Медведев П.В., д-р техн. наук, профессор.....	4020
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ Шульга А.С.	4024

РЕГЕНЕРАЦИЯ	ОТРАБОТАННЫХ	СМАЗОЧНЫХ	МАСЕЛ
Шульга Е.А.			4030
ВЛИЯНИЕ	ИНТЕНСИВНОСТИ	И	ВРЕМЕНИ
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ	ОБРАБОТКИ	НА	ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ОЧИСТКИ	НЕФТИ	¹ Якименко Д. С.,	
² Богомолова В. О.			4033
СОВРЕМЕННЫЕ	ТЕХНОЛОГИИ	В	ОБЛАСТИ
ПЕРЕРАБОТКИ	УГЛЕВОДОРОДОВ	ОТ	СЫРЬЯ
ДО	ГОТОВОЙ	ПРОДУКЦИИ	
¹ Якименко Д. С., ² Богомолова В. О.			4038

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ИННОВАЦИОННОГО КОРМА С УЛЬТРАДИСПЕРСНЫМИ ЧАСТИЦАМИ ДЕФИЦИТНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

**Белов А.Г., канд. техн. наук, Антимонов С.В., канд. техн. наук, доцент,
Попов В.П., канд. техн. наук, доцент, Пироженко И.М.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Физиологические потребности любого животного сводятся к тому, чтобы корм был питательным, легко переваривался, охотно поедался. Корм не должен содержать вредных примесей влияющих на здоровье животного.

Один из эффективных путей использования сырья для кормов связан, прежде всего, с рациональными техническими приемами его обработки. Современные технологии приготовления кормов дают возможность сохранить питательность, повысить усвояемость животными, а так же обогащать в процессе обработки различными добавками

Обогащение кормов для домашних животных ультрадисперсными частицами дефицитных микроэлементов является, наиболее приоритетным способом увеличения качества рациона по микроэлементному составу.

В условиях растущего спроса на качественное питание для домашних питомцев использование при производстве кормов отходов пищевой промышленности, таких как пивная дробина, пивные дрожжи, а также субпродуктов животного происхождения становится перспективным направлением для исследований. Включение в рецептуру кормов для домашних животных отходов пищевой промышленности позволяет повысить рентабельность производства таких кормов без снижения качества конечного продукта.

Сегодня любой зоомагазин предлагает широчайший выбор сухих кормов для собак на любой вкус (в прямом и переносном значении этого слова).

Одомашнив собаку, люди старались кормить её привычной пищей. Однако сегодня собаки, живущие в квартирах, утратили возможность получать пищу в соответствии со своими природными инстинктами. В связи с этим их владельцы компенсируют потребность своих питомцев в витаминах и микроэлементах, обеспечивая разнообразное питание, которое зачастую оказывается более качественным, полезным, натуральным и, соответственно, дорогостоящим, чем еда у самих людей.

В рацион собаки помимо мяса должны входит злаки, фрукты, овощи, яйца и молочные продукты. И все равно животные, питающиеся натуральной едой, страдают от всевозможных авитаминозов и аллергий. Не говоря о том, что на приготовление подобных обедов уходит много времени.

Данное исследование нацелено на решение нескольких задач и проблем. Во-первых, оно способствует переработке отходов пивоваренной и

мясоперерабатывающей промышленности, что помогает уменьшить негативное влияние на экологию. Во-вторых, разработка корма на основе этих отходов и субпродуктов с добавлением ультрадисперсных частиц поможет устранить дефицит микроэлементов у животных. В-третьих, создаваемый продукт может стать дополнительным источником дохода для компании и снизить затраты на утилизацию неиспользуемых отходов пивоваренной и мясной промышленности.

Разрабатываемый корм для собак будет отличаться сбалансированным составом, включающим оптимальное количество белка, жиров, витаминов и минералов, необходимых для поддержания их здоровья. Благодаря использованию отходов пищевой промышленности, данный корм будет более доступным по цене, чем традиционные полнорационные корма. Это делает его привлекательным выбором для владельцев крупных собак, которые часто сталкиваются с высокими расходами на питание своих питомцев.

В основе идеального рациона для собак должен лежать богатый белком животный компонент, составляющий не менее 30-40% от общего объема. Содержание злаков (глютена) следует ограничивать до 5-8%. Животный жир должен присутствовать в количестве не более 15-18%, при этом важно обеспечить достаточное содержание полезных омега-3 жирных кислот (3,9%). Омега-6, напротив, нежелательны для организма собаки. Идеальный корм должен быть свободен от искусственных консервантов, ароматизаторов и антиоксидантов. Важно, чтобы он был сбалансирован по витаминно-минеральному составу.

Однако следует помнить, что без научного подхода и качественного подбора рецептуры корма не возможно в полной мере удовлетворить индивидуальные потребности каждого животного.

Увеличение содержания микроэлементов в кормах для домашних животных с помощью ультрадисперсных частиц является одним из самых эффективных методов улучшения питательной ценности этих продуктов. Ультрадисперсные частицы имеют большую площадь поверхности, что повышает их доступность для организма и биологическую активность. Пивные дрожжи представляют собой ценную пищевую добавку, богатую витаминами группы В и белком [1]. Их использование помогает предотвратить кожные заболевания и дефицит витаминов группы В. Они способствуют улучшению метаболизма и положительно влияет на состояние шерсти. Пивная дробина содержит большое количество белка (25%), что способствует существенному повышению пищевой ценности корма и лучшему его усвоению организмом животного, улучшает обмен кальция и фосфора.

Значимость исследований по созданию корма для собак на основе отходов пищевой промышленности с добавлением ультрадисперсных частиц дефицитных микроэлементов обусловлены его потенциалом удовлетворять потребности владельцев домашних животных в высококачественных кормах, а также возможностью перерабатывать промышленные отходы в ценный продукт [2,3]. Такой подход способствует внедрению экологических технологий

переработки отходов и созданию новых рабочих мест. Исследование обладает значимым практическим применением в Российской Федерации и способно стимулировать социально-экономическое и технологическое развитие страны.

Ожидаемые свойства разрабатываемого корма включают оптимальное содержание белков, жиров, витаминов и минералов, необходимых для поддержания здоровья собак. Такой корм будет доступен по цене, что делает его привлекательным для владельцев собак.

В настоящее время разрабатываемая технология и состав корма для собак не имеют аналогов в мире. Преимуществами данной технологии и готового продукта являются:

- экономия денежных средств на утилизации отходов пищевых производств;

- оптимальный микроэлементный состав корма за счет внесения ультрадисперсных частиц.

- конкурентоспособная конечная стоимость корма за счёт применения отходов пищевых производств.

- высокая энергетическая ценность продукта за счёт применения в качестве сырья высококалорийных продуктов пищевых производств.

Для внедрения данной технологии производства кормов для домашних животных потребуется выбрать подходящее оборудование и создать уникальную производственную линию, которая эффективно обрабатывает отходы пивоварения и мясной промышленности. Благодаря использованию пищевых отходов стоимость корма будет относительно низкой. Высокая калорийность продукта, достигнутая использованием высокоэнергетических пищевых отходов, удовлетворит энергетические потребности животных. Микроэлементный состав корма будет оптимизирован путем добавления ультрадисперсных частиц дефицитных микроэлементов.

Список литературы

1. Ермолаева, Г.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков / Г. А. Ермолаева, Р.А. Колчева. - М.: ИРПО; Изд. Центр «Академия», 2000. - 416 с.

2. Белов, А.Г. Способ корректировки микроэлементного состава экструдированных комбикормов [Электронный ресурс] / А.Г. Белов, С. В. Антимонов, С. Ю. Соловых // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), Оренбург, 26-27 янв. 2022 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред. А. В. Пыхтин. - Оренбург : ОГУ, 2022. - . - С. 3410-3413. . - 4 с.

3. Попов, В. П. Применение нанотехнологии в производстве комбикормов [Электронный ресурс] / Попов В.П., Зинюхин Г.Б., Белов А.Г. // Университетский комплекс как региональный центр развития образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 31 янв.-2 февр. 2018 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват.

учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. -
Оренбург : ОГУ, 2018. - . - С. 2085-2087. . - 3 с.

ВЛИЯНИЕ НАНОКОМПОЗИТА CU-C НА ЖИВУЮ МАССУ КАРПА

Буланин Д.И.^{1,2}, Мирошникова Е.П.¹, д-р биол. наук, профессор,
Мингазова М.С.¹, Аринжанов А.Е.¹, канд. с.-х. наук, доцент,
Килякова Ю.В.¹, канд. биол. наук, доцент

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»,

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий
Российской академии наук», г. Оренбург

Аквакультура как одна из наиболее перспективных и быстроразвивающихся отраслей сельского хозяйства на сегодняшний день нуждается в производстве качественных и биологически полноценных кормах. Микроэлементы не являются питательными веществами, но играют значительную роль для нормального роста и развития рыбы. Недостаточное поступление микроэлементов с рационом может привести к серьезным нарушениям в обмене веществ, в следствии чего снижается рост и развитие рыб [3, 7].

Одним из необходимых микроэлементов в питании рыб является медь, она играет значительную роль в образовании гемоглобина, входит в состав различных ферментов, повышает иммунную систему и благотворно влияет на усвояемость кормов, что способствуют росту и развитию рыб [6].

Перспективных направлений современного кормопроизводства является использование ультрадисперсных частиц металлов в качестве пищевых добавок. Ультрадисперсные частицы обладают уникальными свойствами, среди которых можно выделить повышенную клеточную проницаемость и увеличенную площадь удельной поверхности, за счет данных факторов использование ультрадисперсных частиц металлов в кормлении рыб в значительной степени увеличивает их биодоступность [5].

В настоящее время особый интерес представляет новые наноматериалы на основе металл-углеродных композитов, обладающие каталитическими и адсорбционными свойствами [2]. Однако, при использовании ультрадисперсных частиц металлов в кормлении животных, необходимо учитывать возможные негативные последствия. Неправильно подобранная концентрация или их излишнее применение оказывает токсическое действие, что может привести к снижению роста и развитию патологий. В связи с этим возникает необходимость в дальнейших исследованиях оценки безопасности применения тех или иных металлов в наноформе и определения их оптимально допустимых дозировок для рыб [1].

Цель работы. Изучение влияния наноконкомпозитов Cu-C в дозировках 0,2 мг/кг корма и 0,4 мг/кг корма на динамику живой массы карпа.

Материалы и методы исследования. Исследования проводились на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ОГУ. Методом пар-аналогов сформированы три группы рыб (*Cyprinus carpio*), контрольная группа и две опытные группы. Длительность исследования составляла 56 суток.

На протяжении всего эксперимента контрольная группа получала основной рацион, опытные группы получали дополнительно к основному рациону нанокompозит Cu-C в количестве 0,4 мг/кг корма в I опытной группе и 0,2 мг/кг корма во II опытной группе. Нанокompозит Cu-C представляет собой углеродную матрицу с стабилизированными наночастицами меди.

Оценку живой массы проводили еженедельно до кормления, путем индивидуального взвешивания ($\pm 0,1$ г).

Статистический анализ был выполнен с помощью вариационной статистики по Стьюденту с помощью офисного программного комплекса «Microsoft Office» и применением программы «Excel» («Microsoft», США). Статистически значимым считалось значение с $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ и $P \leq 0,001$.

Результаты исследования. Применение нанокompозита меди на углеродной матрице в кормлении карпа положительно повлияло на динамику прироста живой массы относительно контрольной группы (рисунок 1).

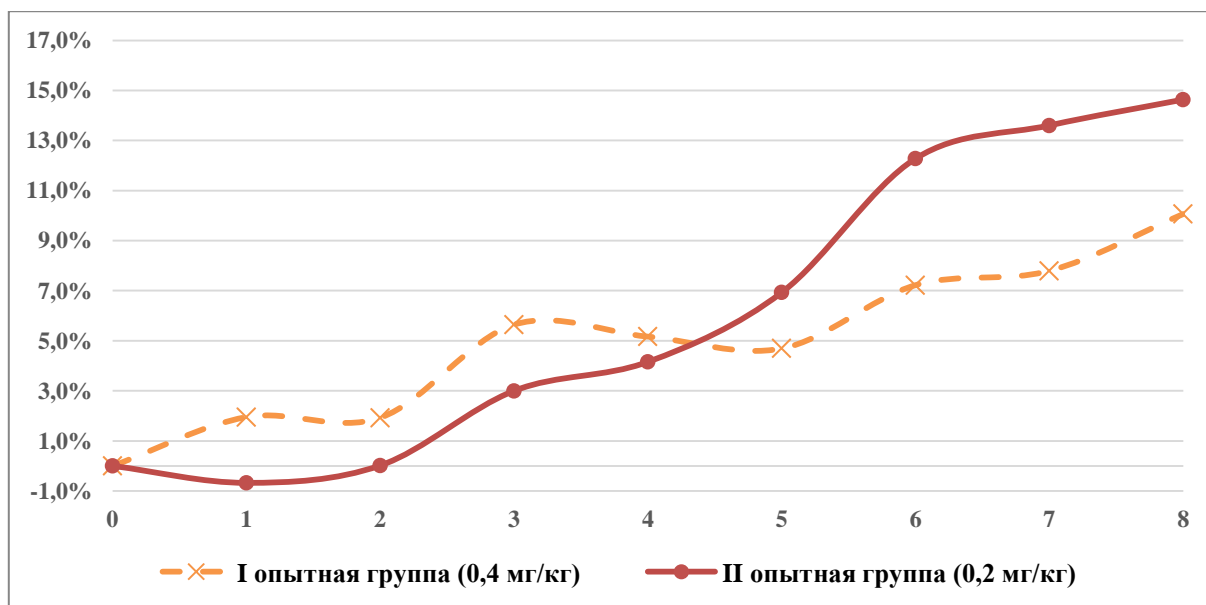


Рисунок 1 – Динамика живой массы опытных групп относительно контрольной группы

В течение первых 4 недель эксперимента в опытных группах был незначительный прирост живой массы до 5 %, при этом данные были недостоверными. Начиная с 5 недели и до конца исследования, во II опытной группе отмечалось повышение роста. Так, на 5 неделе масса была выше контроля на 6 % ($P \leq 0,05$), на 6 неделе – на 12 % ($P \leq 0,01$), на 7 неделе – 14 % ($P \leq 0,01$). Максимальный прирост живой массы во II опытной группе достигал на 8 неделе и составлял 15 % ($P \leq 0,001$).

В I опытной группе активный прирост начинался с 6 недели, когда живая масса превышала контроль 7 % ($P \leq 0,05$). На 7 и 8 неделе исследования масса рыб была выше контрольных значений на 8 % ($P \leq 0,05$) и 10 % ($P \leq 0,01$).

Включение в рацион нанокompозита Cu-C в дозировках 0,4 мг/кг корма и 0,2 мг/кг корма стимулировало прирост живой массы рыб. Это согласуется с ранее проведенными исследованиями [1, 2]. Данный эффект обусловлен тем, что нанокompозит, имея малые размеры (40-60 нм), обладает повышенной проницаемостью [4]. Вместе с тем включение нанокompозита Cu-C в дозировке 0,2 мг/кг корма привело к лучшему приросту живой массы у карпа. Повышение дозировки приводило к избыточному окислению липидов и белков в клеточных структурах [2].

Заключение. По результатам исследования установлено, что включение нанокompозита Cu-C (40-60 нм) в рацион карпа в дозировках 0,2 мг/кг корма и 0,4 мг/кг корма стимулировало прирост живой массы до 10 – 15 %. Лучший результат был получен во II опытной группе при использовании дозировки 0,2 мг/кг корма.

Список литературы

1. Килякова, Ю.В. Влияние нанокompозита Fe-C на рост и морфологические показатели крови цыплят-бройлеров / Ю. В. Килякова, Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, М. С. Мингазова. – Международный вестник ветеринарии. – 2024. – № 4. – С. 231-238.
2. Маленкина, К.А. Изучение нанокompозита Fe-C в кормлении рыб / К.А. Маленкина, А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова. – Микроэлементы в медицине. – 2024. – № 25 (2). – С. 57–59.
3. Мингазова, М.С. Биологическое действие кормовых добавок на организм карпа / М.С. Мингазова, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова, А.Е. Аринжанов. – Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106. – № 3. – С. 121 – 137.
4. Мирошникова, Е. П. Обмен химических элементов в организме карпа при использовании наночастиц кобальта и железа в корме / Мирошникова Е. П. [и др.] – Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 6. – С. 170-174.
5. Яушева, Е.В. Использование наночастиц металлов-микроэлементов в животноводстве: перспективы и угрозы (обзор) / Е.В. Яушева. – Животноводство и кормопроизводство. – 2013. – №81. – С. 7-11.
6. Dube, E. Nanoparticle-Enhanced Fish Feed: Benefits and Challenges. / E. Dube. – Fishes. – 2024. – V. 9 (8). – P. 322.
7. Naylor, R.L. 20-year retrospective review of global aquaculture / R.L. Naylor [et al.]. – Nature. – 2021. – V. 591. – P. 551-563.

ПОЛУЧЕНИЕ СУБЛИМИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ

Бурцев И.Ш.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

С развитием человечества, появилось множество способов и методов сушки, каждый из которых имел свои плюсы и минусы. А главный минус — это потеря питательных веществ.

В современное время, одним из продвинутых способов сушки является сублимация.

Сублимация – это один из способов сушки, или же метода консервирования предназначенный для уменьшения веса продукта и увеличения срока годности с минимальными потерями полезных веществ для продукта.

Ваншин В.В., описал сущность метода сублимации и принцип его работы [1]

Метод сублимационной сушки продуктов основан на способности льда при определенных условиях испаряться, минуя жидкую фазу, иными словами возгоняться [1].

Сущность сублимационной сушки заключается в возгонке льда (воды, превратившейся в кристаллы льда) при давлении паров окружающей среды ниже тройной точки. Такая возгонка способствует сохранению формы высушиваемого продукта.

Тройная точка, характеризует состояние веществ, при котором возможно существование всех трех его фаз одновременно (твердое тело – жидкость – газ, или применительно к воде: лед – вода – пар). Выше этой точки существуют в зависимости от температуры все три фазы, причем определенным температурам соответствует определенная фаза. Ниже точки А возможно только два состояния вещества (воды) – твердое и газообразное [1].

При насыщении водой такого продукта, вода быстро заполняет поры, откуда во время сушки был сублимирован лед, и продукт быстро восстанавливается. Высушенные методом сублимации продукты сохраняют свои исходные качества, экстрактивные вещества, ферменты и витамины. По вкусовым качествам восстановленные продукты мало отличаются от продуктов, не подвергавшихся сушке [1].

Продукт прошедший сублимационную сушку, содержит большее количество питательных элементов чем продукт прошедший сушку иными способами. При сублимации продукт «сушится» при минусовой температуре, что позволяет сохранить эти питательные вещества, такие как витамины, микро- и макроэлементы, которые при воздействии высоких температур разрушаются и более не приносят пользы для организма [1].

Семенов Г.В. и Краснова И.С. отмечают историю развития сублимационной сушки в нашей стране [2].

За чуть меньше столетия эта отрасль стремительно развилась и используется все чаще и чаще. Так в 1921 году – русский горный инженер Георгий Иосифович Лаппа-Старженецкий изобрёл печь для вакуумной сушки предварительно замороженных продуктов, которая стала прототипом современного оборудования для сублимационной сушки. Полученные результаты уже нашли широкое применение в питании полярников, моряков, геологов и туристов, а также космонавтов и военных [2].

Эргашов Р.Д и Поповский В.Г., Бантыш Л.А., Ивасюк Н.Т. отмечает этапы сублимационной сушки [3, 4].

Сам процесс сублимации можно разделить на несколько этапов.

1) Замораживание: Чтобы зафиксировать структурную форму, пищевой продукт сначала замораживают до твердого состояния, помещая его в морозильную камеру глубокой заморозки. Это замораживает воду в пищевом продукте и создает необходимые условия для низкотемпературной (обычно ниже -30°C) сушки [3].

Процесс замораживания как первый этап сублимационной сушки существенно влияет на качество продуктов, причем быстрое замораживание способствует максимальному сохранению свойств большинства пищевых продуктов [3].

Пищевые продукты замораживают по-разному, в зависимости от их состава. Это может происходить в специальных камерах при обычном давлении или прямо в сублимационной установке, где вакуум быстро повышается, вызывая испарение части влаги. Однако, замораживание в вакууме не подходит для кускового мяса и рыбы, фруктовых соков, пюре и некоторых ягод/фруктов, так как это может испортить их структуру и свойства [4].

Для пастообразных продуктов, таких как молоко, чай и соки, после замораживания предусматривается измельчение в условиях низких температур. Эффективный метод - это распыление жидких материалов с последующей сушкой замороженных гранул [4].

2) Вакуум: Вакуумный насос используется для снижения давления, что позволяет замороженной воде в продукте испаряться, не переходя в жидкую фазу. Вакуум приводит к тому, что более 95% воды сублимируется.

Гуйго Э.И., Журавская Н.К. и Каухчешвили Э.И. описали температурные зависимости для сублимации продуктов питания [5].

3) Нагрев: Нагрев дает молекулам воды в замороженном пищевом продукте достаточно энергии, чтобы высвободиться и стать газообразными частицами, тем самым ускоряя процесс сублимации.

Допустимый уровень температуры продукта в период сублимации и удаления остаточной влаги определяется его свойствами и продолжительностью процесса сушки. Пищевые продукты достаточно высокого качества могут быть получены при умеренно низких температурах сублимации - от -10 до -30°C . Так, при сушке большинства овощей достаточная

температура сублимации находится на уровне -10°C . При сушке ягодных и фруктовых соков вследствие высокого содержания в них сахара в зоне сублимации должна поддерживаться температура от -20 до -30°C [5].

4) Конденсация: Конденсация в основном используется для отделения воды в газообразном состоянии от замороженного пищевого продукта. Низкотемпературная конденсация удаляет испарившийся растворитель, превращая его обратно в твердое состояние.

Поповский В.Г., Бантыш Л.А., Ивасюк Н.Т. провели оценку пищевой ценности продуктов и способы его сохранения [4].

Оценка пищевой ценности продуктов сублимационной сушки по органолептическим, физико-химическим показателям, степени перевариваемости и усвояемости показывает их незначительные отличия от исходных продуктов. При этом достаточно хорошо сохраняются полиненасыщенные жирные кислоты, незаменимые аминокислоты, витамины, минеральные вещества и другие важные показатели пищевой ценности продуктов. Хорошо сохраняются также присущий продуктам аромат и вкус [4].

В то же время продукты сублимационной сушки имеют пористую структуру и поэтому обладают высокой абсорбционной способностью. Обезвоженные продукты растительного происхождения интенсивно поглощают кислород из окружающей среды, причем особенно интенсивно в начальный период хранения. Абсорбция газообразного кислорода может привести к интенсивному развитию окислительных процессов, следствием чего является снижение органолептических показателей и пищевой ценности продуктов [4].

Кроме того, продукты сублимационной сушки активно адсорбируют из окружающей среды влагу, что стимулирует развитие реакций потемнения, приводящих к снижению качества продукта в процессе хранения. Адсорбционную способность продукта можно уменьшить прессованием его до упаковки. Процесс прессования необходимо проводить в условиях, исключающих контакт продукта с кислородом воздуха. Прессование высушенных продуктов позволяет также увеличить их объемную массу и коэффициент использования тары [4].

Сублимированные продукты сразу же после получения должны быть герметично упакованы. Упаковка должна изолировать продукт от кислорода воздуха и действия света, предотвращать сорбцию влаги высушенным продуктом из окружающей среды, защищать от механических повреждений, предохранять от потери естественного запаха и приобретения посторонних. Наиболее приемлема для этих целей тара из полимерных материалов, основными преимуществами которой являются относительно высокие барьерные свойства, небольшая масса и жесткость, хороший внешний вид и низкая стоимость. Наиболее оптимальным вариантом при этом являются полимерные материалы на основе алюминиевой фольги, кэшированной полимерными пленками. Продукты следует упаковывать сразу же после сушки в условиях пониженного содержания кислорода и влаги.

В своих трудах Поповский В.Г., Бантыш Л.А., Ивасюк Н.Т., показали перспективность организации промышленного производства пищевых продуктов сублимационной сушки [4].

Семенов Г.В. и Краснова И.С. в своих трудах провели экономическую оценку создания цеха вакуумной сублимационной сушки [2].

Сублимация растительного сырья представляет собой перспективную технологию с широким спектром применения. Она позволяет получать продукты высокого качества с сохраненными полезными свойствами, увеличивать срок годности и облегчать транспортировку. Несмотря на относительно высокую стоимость, перспективы применения этой технологии в различных отраслях промышленности выглядят очень многообещающе. Развитие технологий и снижение стоимости процесса сделают сублимированное растительное сырье более доступным для потребителей и производителей [2].

Экономическая сторона сублимационной сушки сложна и требует тщательного анализа. В некоторых случаях, особенно для высокоценных продуктов и крупномасштабного производства, она может быть весьма выгодной. Однако для небольших предприятий или для обработки дешевого сырья, этот метод может оказаться экономически нецелесообразным. Необходимо проводить детальное экономическое моделирование с учетом всех затрат и потенциальных доходов, прежде чем принимать решение о внедрении технологии сублимационной сушки.

Список литературы

1. Ваншин, В. В. Технология пищевого концентрата : учебное пособие / В. В. Ваншин, Е. А. Ваншина. – Оренбург : ОГУ, 2012. – 180 с.

2. Семенов, Г. В. Сублимационная сушка пищевых продуктов / Г. В. Семенов, И. С. Краснова. – Москва : ДеЛи плюс, 2018. – 291 с. : ил., портр., табл. – ISBN 978-5-9909883-5-4.

3. Эргашов Р.Д. СУБЛИМАЦИОННАЯ СУШКА // Материалы X Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум» URL: <https://scienceforum.ru/2018/article/2018007570>>

4. Поповский, В. Г. Сублимационная сушка пищевых продуктов растительного происхождения / В. Г. Поповский, Л. А. Бантыш, Н. Т. Ивасюк ; под ред. В. Г. Поповского. – Москва : Пищевая промышленность, 1975.

5. Гуйго, Э. И. Сублимационная сушка в пищевой промышленности / Э. И. Гуйго, Н. К. Журавская, Э. И. Каухчешвили. – 2-е изд., доп. и перераб. – Москва : Пищевая промышленность, 1972. – 433 с. : ил.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕРНОВЫХ ХЛЕБЦЕВ ДЛЯ СУХИХ ПАЙКОВ С ПОМОЩЬЮ ЭКСТРУЗИИ

**Ваншин В.В., канд. с-х. наук, доцент,
Ваншина Е.А., канд. пед. наук, доцент**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Одним из основных, определяющих, факторов здоровья человека, находящегося в экстремальных условиях, является его рацион питания. В основном, этот рацион определяется набором сухого пайка, который, в свою очередь, установлен и определен рядом факторов. В настоящее время пищевой промышленностью выпускаются различные по составу и свойствам пайки различного назначения, которые используются подводниками, альпинистами, космонавтами, военнослужащими, путешественниками. И, как правило, в составе практически всех пайков используются различные по составу хлебцы. Интересом наших исследований были пайки для военнослужащих. Сухие пайки имеют богатую историю, так как их состав формировался и изменялся в течение нескольких столетий. Но один из компонентов всегда оставался неизменным в силу своих устойчивых качеств к хранению – это хлебные сухари.

В современных пайках этот компонент модифицирован и представлен виде ряда других продуктов.

В российской армии сухари заменены хлебцами и галетами из ржаной и пшеничной муки. Особенностью этих изделий являются высокие санитарные свойства и длительный срок хранения и использования. Но главным их свойством является отсутствие специальных условий для сохранения их качеств, что позволяет применять их в любых климатических условиях.

Из научных источников известно, что хлебцы содержат медленные углеводы, которые медленно усваиваются и позволяют долго чувствовать себя сытым, так как долго удерживается уровень сахара в крови на высоком уровне. Хлебцы содержат клетчатку, которая стимулирует работу желудочно-кишечного тракта и способствует интенсивному выведению продуктов обмена, а также адсорбирует токсины. Хлебцы содержат железо, калий, жирные кислоты, магний, фосфор. Их пережевывание позволяет механически удалить налет с зубов [1].

Основой хлебцев являются углеводы, которые позволяют быстро восполнить энергетический запас и восстановить силы, что особенно актуально в экстремальных условиях.

В настоящее время ведутся поиски по повышению питательных и функциональных свойств продуктов для сухих пайков на основе растительного сырья в виде хлебцев.

Так в армиях стран НАТО для повышения белковой питательности продуктов используют хлебцы с повышенным содержанием глютена, булочки, галеты, хлебцы с корицей, различные сэндвичи, тортильи (рисунок 1.1) [2, 3].

Учитывая, что хлебная часть сухих пайков обеспечивает большую часть суточной потребности организма в витаминах: В₁ – 70 %; никотиновой кислоте – 45 %; Е – 55 %, а также является источником пищевых волокон и углеводов, мы решили изучить возможность их производства из цельнозернового сырья, выращиваемого в Оренбуржье [4].

Для производства зерновых хлебцев нами был выбран способ экструзионной обработки, который, по мнению многих исследователей, является наиболее перспективным при производстве хлебцев с повышенными сроками хранения.



а – булочка с корицей; б – карманный сэндвич; в – тортильи

Рисунок 1.1 – Набор продуктов для индивидуального пайка солдата армии США

Так группы ученых, изучая микробиологическую обсеменённость экструдированных хлебцев для сухих индивидуальных пайков в течение шести месяцев, установила, что экструдированные хлебцы на основе пшеничных отрубей, муки из цельносмолотого зерна овса, картофельных хлопьев, кукурузной муки, горчичного порошка и поваренной соли могут длительно сохранять не только потребительские, но и санитарные свойства [5].

Исследования по изучению возможности получения зерновых хлебцев с помощью экструзии на основе зернового сырья проводились на базе кафедры пищевых производств Оренбургского государственного университета. Обработка сырья проводилась с учетом рекомендаций научной литературы в

режиме горячей экструзии. Для обработки зернового сырья использовался шнековый пресс-экструдер КЭШ-1, имеющий кольцевой формующий узел. Такая конфигурация формующего узла позволяет получать хлебцы в форме трубок. Полученные в ходе выполнения хлебцы с различным содержанием зерна ржи и зерна нута представлены на рисунке 1.2.



Рисунок 1.2 – Зерновые хлебцы на основе зерна ржи с добавлением нута

В ходе выполнения работы были определены оптимальные параметры обработки зернового сырья и получения экструдированных хлебцев. Также была определена оптимальная рецептура зерновых экструдированных хлебцев на основе зерна ржи с добавлением зерна нута.

Полученные в исследованиях экструдированные хлебцы могут быть использованы как для пайков, так и для быстрого перекуса, спортивного и здорового питания. Экструзионная обработка позволяет повысить санитарные свойства получаемых хлебцев, что увеличивает срок их использования и хранения.

Неоспоримым достоинством разработанной при проведении исследований технологии является мобильность и быстрое получение готовой

продукции, что особенно актуально в прифронтовой зоне, где нет возможности производить хлеб традиционным способом.

Использование предложенной технологии позволит обеспечить бесперебойное высокопитательное безопасное питание военнослужащих.

Список литературы

1. Разработка состава индивидуального пищевого рациона повышенной пищевой и функциональной ценности / О.А. Ковалева, Т.Н. Сучкова, В.Г. Езерский, А.С. Животягина, Д.Н. Гусева, А.Н. Замосковная, Д.Д. Евстратова // Биология в сельском хозяйстве. 2023. № 1 (38). С. 21-24.

2. Коленова А.А. Обоснование рецептуры продуктов питания для специального контингента / А.А. Коленова, С.В. Патиева // В сборнике: Вектор современной науки. Сборник тезисов по материалам Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых. – Краснодар, 2022. – С. 178-179.

3. Невская Е.В. Научно-практические аспекты формирования технологии ржано-пшеничного хлеба с удлиненными сроками годности для питания военнослужащих / Е.В. Невская, Л.А. Шлеленко // Хлебопродукты. 2017. № 1. С. 38-41.

4. Ермошин Н.А. Способ повышения эффективности производства хлеба при организации продовольственного обеспечения в особых природно-климатических условиях / Н.А. Ермошин, С.А. Романчиков // В сборнике: Состояние и перспективы развития современной науки по направлению "Технологии энергообеспечения. Аппараты и машины жизнеобеспечения". Сборник статей Всероссийской научно-технической конференции. 2019. С. 171-175.

5. Исследования микробиологической обсеменённости экструдированных хлебцев для сухих пайков / И.Н. Абрамова, О.В. Абрамов, М.Г. Сысоева // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2019. № 2 (13). С. 74-77.

6. Исследования микробиологической обсеменённости экструдированных хлебцев для сухих пайков / И.Н. Абрамова, О.В. Абрамов, М.Г. Сысоева // Технологии и товароведение сельскохозяйственной продукции. 2019. № 2 (13). С. 74-77.

СУЛЬФАТНАЯ КОРРОЗИЯ ЦЕМЕНТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Вельмисов Д.А., Берестова А.В., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Бетон и железобетон при их правильном изготовлении и применении являются долговечными материалами и могут служить на протяжении многих десятилетий. Однако часто в процессе эксплуатации зданий и сооружений конструкции и материалы, из которых они изготовлены, подвергаются многочисленным природным, технологическим и эксплуатационным воздействиям. Коррозия бетона – это процесс разрушения строительных материалов и конструкций под влиянием определенных физических, химических и биологических внешних и внутренних факторов. Коррозия бетона почти всегда начинается с цементного камня, стойкость которого обычно меньше, чем каменных заполнителей. Цементный камень состоит из химических соединений, образовавшихся в процессе его твердения (двух- и трёхкальциевого силикатов, алюминатов и алюмоферритов кальция). В нем также имеются открытые и закрытые капиллярные ходы и поры, заполненные воздухом или водой. Таким образом, затвердевший цемент представляет собой микроскопически неоднородную систему.

Коррозия цементных материалов вызывается воздействием агрессивных газов и жидкостей на составные части затвердевшего портландцемента.

Основные виды коррозии:

1. Растворение компонентов цементного камня. Один из самых уязвимых для влаги компонентов – гашёная известь. При проникновении влаги вглубь бетонной конструкции гидрат оксида кальция легко растворяется и вымывается, что приводит к нарушению структуры цементного камня.

2. Химическая коррозия. Происходит из-за химических реакций между компонентами цементного камня и химически активными средами. Выделяют несколько подвидов этой коррозии: углекислотная, кислотная и щелочная.

3. Биокоррозия. Возникает в результате негативного влияния грибов, бактерий и водорослей некоторых разновидностей. Они проникают в поры искусственного камня и развиваются в них. Из-за накопления продуктов их жизнедеятельности бетонный камень разрушается.

4. Физическая. К быстрому разрушению бетонных элементов приводят попеременные циклы замерзания-оттаивания во время набора марочной прочности.

5. Радиационная. Этому виду коррозионного разрушения подвергаются бетоны в результате радиационного облучения, из-за которого из материала удаляется кристаллизованная вода.

Одним из самых распространенных и агрессивных видов коррозии цементных материалов является химическая, а в частности сульфатная коррозия, вызываемая сульфатами.

Попадая попадая в бетон сульфат алюминия, реагирует с продуктами гидратации цемента, в частности с трехкальциевым алюминатом ($\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$), и гидроксидом кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). В результате этой реакции образуется этtringит – гидросульфoалюминат кальция ($\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$).

Этtringит имеет кристаллический характер и занимает больший объем, чем исходные компоненты. Его образование сопровождается значительным увеличением объема в порах бетона. Это приводит к внутренним напряжениям, которые вызывают микротрещины, а затем и макротрещины в бетоне.

Растрескивание бетона снижает его прочность и долговечность. Бетон становится более проницаемым для воды и других агрессивных веществ, что ускоряет процесс коррозии.

При сильной сульфатной коррозии поверхностный слой бетона может разрыхляться и отслаиваться.

Сульфат железа при взаимодействии с водой гидролизуеться, образуя серную кислоту (H_2SO_4) и гидроксид железа ($\text{Fe}(\text{OH})_3$). Серная кислота агрессивно воздействует на гидраты цемента, растворяя их. Особенно подвержены растворению гидроксид кальция ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) и силикаты кальция, это приводит к потере прочности и целостности бетона.

Гидроксид железа ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) образует рыхлые отложения, которые могут засорять поры бетона и ухудшать его свойства.

В случае железобетона, серная кислота может способствовать коррозии арматуры, что еще больше ускоряет разрушение конструкции.

Сульфат алюминия вызывает коррозию в основном за счет образования этtringита и связанного с ним расширения. Сульфат железа воздействует, главным образом, через образование серной кислоты и растворение гидратов цемента.

Сульфат железа может быть более агрессивным из-за образования кислоты и прямого растворения цементного камня. Однако оба соединения могут нанести значительный вред бетону.

Сульфатная коррозия, вызванная обоими сульфатами, может проявляться в виде растрескивания, разрыхления, отслаивания бетона, а также появления высолов на поверхности.

Для предотвращения сульфатной коррозии применяют следующие методы:

- использование сульфатостойкого цемента. Сульфатостойкие цементы содержат меньше трехкальциевого алюмината ($\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$), который вступает в реакцию с сульфатами;
- применение добавок. Использование специальных добавок к бетону, снижающих проницаемость бетона и связывающих сульфаты;

– гидроизоляция. Обеспечение эффективной гидроизоляции бетонных конструкций, чтобы предотвратить проникновение сульфатов из окружающей среды;

– защитные покрытия. Нанесение защитных покрытий, стойких к воздействию сульфатов;

– дренаж. Обеспечение хорошего дренажа, чтобы предотвратить скопление сульфатных растворов вблизи бетонных конструкций.

Наиболее прогрессивным методом профилактики сульфатной коррозии является внесение специальных добавок, которые можно разделить на две основные группы:

1. Добавки, снижающие проницаемость бетона:

– Пуццоланы – тонкодисперсные материалы, которые реагируют с гидроксидом кальция (Ca(OH)_2), образующимся при гидратации цемента, с образованием дополнительных гидратов кальция, обладающих цементирующими свойствами. Это приводит к уменьшению количества свободной пористой воды и уплотнению структуры бетона. Примеры пуццоланов:

– микрокремнезем (кремнеземная пыль, пары диоксида кремния) – эффективная добавка, значительно снижающая проницаемость бетона и повышающая его прочность;

– метакаолин – продукт обжига каолиновой глины, также обладает пуццоланическими свойствами;

– зола-унос – отход сжигания угля, может использоваться в качестве пуццолана при наличии необходимых свойств;

– шлак доменный гранулированный – отход металлургического производства, обладает пуццоланическими свойствами.

– Суперпластификаторы (водоредуцирующие добавки) – добавки позволяют снизить количество воды затворения в бетонной смеси при сохранении или улучшении ее удобоукладываемости. Уменьшение водоцементного отношения приводит к снижению пористости и проницаемости бетона.

– Гидрофобизирующие добавки делают поверхность пор бетона водоотталкивающей, что препятствует проникновению воды и агрессивных растворов, включая сульфаты.

2. Добавки, связывающие сульфаты:

– Алюминатные добавки реагируют с сульфатами с образованием гидросульфоалюмината кальция (этtringита) в контролируемых условиях на ранних стадиях гидратации цемента. Это позволяет снизить количество сульфатов, доступных для образования этtringита в более поздних стадиях, когда это может привести к расширению и разрушению бетона.

– Добавки, образующие нерастворимые сульфатные соединения, которые не вызывают расширения бетона. Примером может служить бариевая соль, образующая сульфат бария (BaSO_4).

– Ингибиторы коррозии хотя и не связывают сульфаты непосредственно, но они могут замедлять химические реакции, вызванные сульфатами, и защищать арматуру от коррозии.

Выбор конкретных добавок зависит от ряда факторов, включая:

– уровень агрессивности сульфатной среды – чем выше концентрация сульфатов, тем более эффективные добавки требуются;

– тип цемента – некоторые добавки могут быть более совместимы с определенными типами цемента;

– условия эксплуатации конструкции: температурные условия, влажность и другие факторы также могут влиять на выбор добавок;

– требования к прочности и долговечности – необходимо учитывать требуемые характеристики бетона.

– экономические соображения – стоимость добавок также является важным фактором.

При применении добавок важно точно соблюдать их дозировку в соответствии с рекомендациями производителя, а также тщательно перемешивать с бетоном для обеспечения их равномерного распределения. Необходимо контролировать качество бетона с добавками, чтобы убедиться в их эффективности.

Таким образом, сульфаты алюминия и железа являются агрессивными агентами, способными вызывать серьезную коррозию бетона. Понимание механизмов их воздействия и применение соответствующих мер защиты позволяет значительно повысить долговечность бетонных конструкций.

Список литературы

1. Коррозия бетона и железобетона, методы их защиты / В.М. Москвин [и др.]. - М. : Стройиздат, 1980. – 533б с.

2. Базанов, С.М. О некоторых проблемах сульфатной коррозии бетона / С.М. Базанов, С.В. Федосов // Известия вузов. Строительство, 2004. - N 11. - С. 27-30.

3. Полезное издание по сульфатной коррозии бетона // Известия вузов. Строительство, 2004. - N 9. - С. 126.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ

Вельмисов К.А., Берестова А.В., канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Гипс является одним из старейших строительных материалов, активно используемым в различных областях народного хозяйства, особенно в строительстве и химической промышленности. На его основе вырабатывают различные композиционные смеси, которые применяют в качестве строительных материалов.

Композиционные гипсовые вяжущие – это материалы, в которых гипс (сульфат кальция) является основным вяжущим компонентом, но для улучшения его свойств и придания ему определенных характеристик добавляют другие компоненты – наполнители, модификаторы, добавки. В отличие от чистого гипсового вяжущего, композиционные материалы обладают более широким спектром возможностей и могут применяться в более сложных условиях.

В качестве основных компонентов композиционных гипсовых вяжущих используют следующие вещества:

1. Гипсовое вяжущее (полугидрат сульфата кальция, $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$). Его получают путем частичной дегидратации природного гипса (дигидрата сульфата кальция, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) при нагревании. При смешивании с водой он быстро твердеет, образуя кристаллическую структуру дигидрата сульфата кальция, обладает высокой огнестойкостью, низкой прочностью и водостойкостью.

2. Активные минеральные добавки (пуццоланы) – улучшают прочность, плотность, водостойкость и долговечность гипсового вяжущего. В качестве пуццоланов можно использовать микрокремнезем (кремнеземная пыль), который уменьшает пористость и повышает прочность; метакаолин – он улучшает механические свойства и водостойкость; зола-унос – снижает пористость и повышает стойкость к воздействию внешней среды; лак доменный гранулированный – повышает прочность и стойкость к агрессивным средам.

3. Полимерные добавки – улучшают адгезию, прочность на растяжение, водостойкость и эластичность гипсового вяжущего. В качестве данной группы добавок применяют латексы, обеспечивающие гибкость и улучшающие адгезию, а также водорастворимые полимеры, которые улучшают водоудерживающую способность и снижают усадку.

4. Замедлители и ускорители твердения – регулируют время схватывания и твердения гипсового вяжущего, что позволяет контролировать

процесс работы. Для этой цели используют лимонную кислоту, она замедляет схватывание и хлорид кальция, он, наоборот, ускоряет схватывание.

5. Наполнители – уменьшают расход вяжущего, улучшают удобоукладываемость и регулируют плотность материала. В качестве наполнителей используют песок, например для создания штукатурных растворов и стяжек; перлит, вермикулит, которые придают материалу теплоизоляционные свойства; древесные опилки, целлюлоза – для создания легких гипсовых изделий.

6. Модификаторы – улучшают специфические свойства гипсового вяжущего, такие как стойкость к трещинообразованию, прочность на изгиб и т.д. Для этих целей применяют стекловолокно, которое увеличивает прочность на растяжение и изгиб, а также металлические волокна, повышающие прочность и стойкость к ударным нагрузкам.

Композиционные гипсовые вяжущие – это перспективные материалы, которые обладают улучшенными свойствами и широким спектром применения. Их использование позволяет создавать более прочные, долговечные и удобные в работе строительные и отделочные материалы. Постоянно ведутся исследования по разработке новых типов композиционных гипсовых вяжущих с улучшенными характеристиками, что делает их важной частью современной строительной индустрии.

Преимущества композиционных гипсовых вяжущих:

- улучшенные свойства. По сравнению с чистым гипсовым вяжущим, композиционные материалы обладают улучшенными механическими свойствами, водостойкостью, долговечностью и адгезией;
- более широкий спектр применения. Композиционные гипсовые вяжущие могут применяться в различных областях строительства и отделки, в том числе в помещениях с повышенной влажностью;
- возможность регулирования свойств. Путем подбора добавок можно создавать материалы с заданными характеристиками;
- экономическая эффективность. Использование наполнителей и добавок позволяет снизить расход дорогостоящего гипсового вяжущего;
- экологичность. Гипс является экологически чистым материалом, а многие добавки также являются безопасными.

Композиционные гипсовые вяжущие имеют широкую область применения, в частности:

- штукатурные работы – гипсовые штукатурки, шпаклевки;
- изготовление строительных изделий – гипсокартонные листы, пазогребневые плиты, архитектурные элементы;
- изготовление литьевых форм – в керамической и металлургической промышленности;
- медицина – в производстве гипсовых повязок и моделей;
- скульптура и декоративно-прикладное искусство.

Ключевым моментом в разработке материалов с заданными свойствами и высокой производительностью является оптимизация их производства. Она

подразумевает тонкую настройку компонентов и их взаимодействия для достижения наилучших результатов.

Целями оптимизации являются следующие аспекты:

- улучшение механических свойств – повышение прочности на сжатие, изгиб, растяжение, ударную вязкость;
- увеличение водостойкости – снижение водопоглощения и растворимости гипса;
- повышение долговечности – увеличение стойкости к воздействию агрессивных сред, циклическому замораживанию и оттаиванию, коррозии;
- регулирование времени схватывания и твердения – обеспечение удобства работы с материалом;
- снижение усадки и трещинообразования – минимизация деформаций при твердении;
- улучшение адгезии – повышение сцепления с различными основаниями;
- снижение себестоимости – оптимизация расхода компонентов.
- экологическая безопасность – использование безопасных и экологически чистых материалов.

Основными способами повышения качества гипсовых вяжущих является оптимизация состава, которая определяется подбором оптимального соотношения компонентов, во-первых, соотношением гипса и добавок. Варьирование соотношения гипсового вяжущего и добавок (пуццоланов, полимеров, наполнителей) для достижения оптимального баланса свойств. Во-вторых, соотношением добавок между собой – оптимизация сочетания разных типов добавок для получения синергетического эффекта. Например, использование комбинации пуццоланов и полимеров.

Немаловажное значение имеет выбор оптимальных типов добавок, который основан на подборе веществ с оптимальным размером частиц для заполнения пор и уплотнения структуры гипса; высокой пуццоланической или полимерной активности; нужных свойств, таких как гидрофобность, адгезия, прочность и т.д.

Очень часто для оптимизации состава композиционных гипсовых вяжущих используют многофункциональные добавки, которые одновременно улучшают несколько свойств гипсового вяжущего. Например, некоторые полимеры могут одновременно повышать адгезию, водостойкость и прочность.

Прогрессивным способом улучшения состава является введение нанодобавок, в частности нанокремнезема, наноглины, для повышения прочности, плотности и других свойств композиционного материала.

Также существуют способы оптимизации структуры композиционных гипсовых вяжущих:

1. Регулирование процесса гидратации гипса включает контроль температуры и влажности для оптимизации условий твердения для достижения наилучшей микроструктуры, а также введение добавок, контролирующих

гидратацию, в частности использование замедлителей или ускорителей твердения для управления этим процессом;

2. Формирование оптимальной пористой структуры происходит путем уменьшения размера пор и повышения плотности материала при использовании тонкодисперсных добавок и вакуумирования и регулирования распределения пор путем оптимизация соотношения открытых и закрытых пор;

3. Улучшение межфазной связи регулируется с помощью введения адгезионных добавок, которые повышают сцепление между гипсом и добавками, а также между гипсом и наполнителем, а также модификацией поверхности компонентов для улучшения их взаимодействия с гипсовым вяжущим.

4. Армирование материала происходит с помощью введения стекловолокон, металлических волокон, полимерных волокон для повышения прочности на растяжение и изгиб, предотвращения трещинообразования, а также применения армирующих сеток для создания каркасной структуры и повышения общей прочности материала.

На сегодняшний момент выделяют следующие методы оптимизации композиционных гипсовых вяжущих:

– экспериментальные исследования, которые включают проведение лабораторных испытаний для оценки влияния различных компонентов и факторов на свойства композиционных гипсовых вяжущих;

– математическое моделирование путем использования математических моделей для прогнозирования свойств материалов и оптимизации их состава;

– статистический анализ экспериментальных данных для выявления значимых факторов и построения математических зависимостей;

– компьютерное моделирование микроструктуры с использованием компьютерных программ для моделирования микроструктуры и прогнозирования ее влияния на свойства материала.

Таким образом, оптимизация состава и структуры композиционных гипсовых вяжущих является сложным и многогранным процессом, который требует комплексного подхода. Она включает в себя подбор оптимальных компонентов, управление процессом гидратации, формирование оптимальной микроструктуры и использование методов математического моделирования. Правильно проведенная оптимизация позволяет создавать гипсовые материалы с улучшенными свойствами, расширяя их область применения и повышая их эффективность.

Список литературы

1. Садуакасов, М.С. Производство и применение гипсовых вяжущих и материалов в Республике Казахстан / М.С. Садуакасов, И.В. Колесникова, В.А. Югай // Строительные материалы, 2006. - № 7. - С. 16-17.

2. Повышение эффективности производства и применения гипсовых материалов и изделий // Строительные материалы, 2018. - № 11. - С. 60-63.

3. Самоармированные гипсовые композиты / В.Б. Петропавловская [и др.]
// Строительные материалы, 2014. - № 7. - С. 19-21.

4. Коровяков, В.Ф. Повышение водостойкости гипсовых вяжущих веществ и расширении их применения / В.Ф. Коровяков // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2005. - N 3. - С. 28-31.

КОНСТРУКЦИЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО МОЛОТКА ДРОБИЛКИ

Волошин Е.В., канд. техн. наук, доцент,
Антимонов С.В., канд. техн. наук, доцент,
Белов А.Г., канд. техн. наук, доцент,
Соловых С.Ю., канд. техн. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Конструкция рабочих органов молотка дробилки играет большую роль в процессе измельчения различного вида сырья, как растительного, так и минерального или иного происхождения.

Эффективный выбор его конструкции оказывает влияние как на количественные показатели процесса измельчения, а именно производительность и энергоемкость, но также и качественные: однородность полученной фракции и наличие переизмельченного продукта.

С этой целью нами предложена конструкция молотка круглой формы, поделенного на сектора с различными способами воздействия на материал, а именно: сектора с режущей кромкой и распиливающей частью с зубьями, по конструкции аналогичные полотну пилы, но со специфической геометрией зуба (рисунок 1).

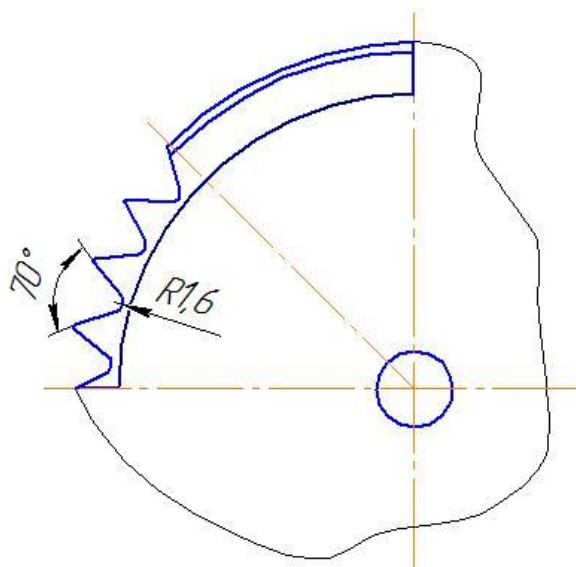


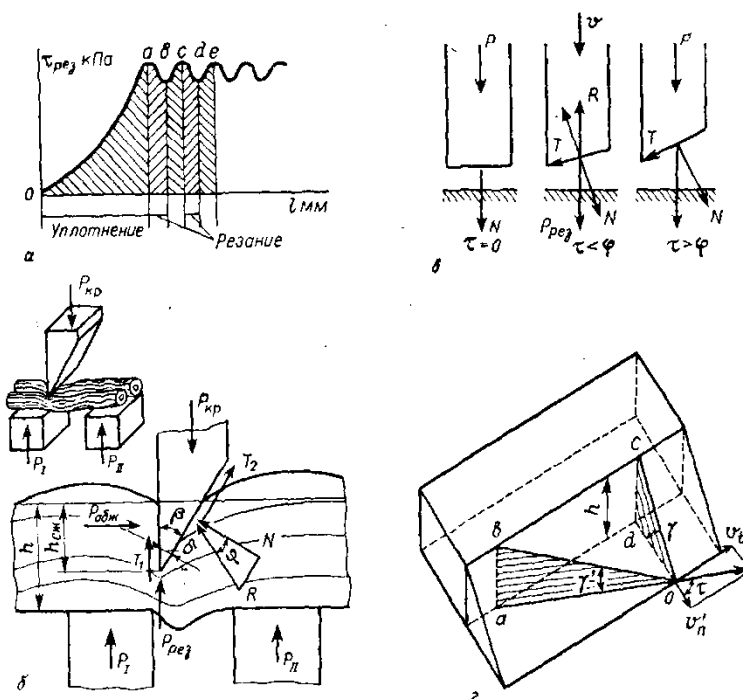
Рисунок 1 – Конструкция молотка круглой формы

В работе такого молотка используются способ комбинированный: резанья и распиливания.

Согласно академику В.П. Горячкину в процессе резания лезвием решающее значение имеет скользящее (боковое) движение ножа, так как оно

заметно понижает предел нормального давления на материал, необходимого для возбуждения процесса резания, и обеспечивает более чистый срез [1].

В нашем случае конструкция молотка предусматривает скользящее резание (3-й случай). Угол скольжения больше угла трения. Резание производится нормальным давлением с участием боковой силы, которая в этом случае обуславливает скользящее движение частиц материала вдоль по лезвию (или лезвия по материалу). Вследствие недостаточности силы сцепления (трения) частицы материала при перемещении отстают от бокового движения ножа; возникшее относительное движение обеспечивает перепиливающее действие микровыступов лезвия, вызывая тем самым разрушение материала (рисунок 2) [1].



а – $\tau_{рез} = f(l)$; б – двухопорное резание в – типичные случаи в зависимости от угла скольжения τ ; г – кинематическая трансформация угла V заточки

Рисунок 2 – Схемы процесса резания лезвием

Установлено, что более легкое проникновение ножа в слой материала при наличии бокового движения объясняется влиянием, ряда факторов, среди которых важнейшим является кинематическая трансформация угла заточки лезвия (о чем будет сказано дальше). Этому же способствует и перепиливающее действие неровностей (микровыступов) на лезвии ножа, которые всегда на нем имеются. Этими неровностями нож захватывает волокна материала, в результате между смещаемыми и соседними частицами возникают напряжения растяжения или сдвига, для которых предел прочности меньше, чем при деформации сжатия, вызываемой действием нормального давления.

Конструкция молотка также предусматривает сегмент в виде фрагмента зубьев пилы.

Молоток работает следующим образом, первоначально сегментом своей режущей кромки происходит скользящее движение частиц материала вдоль по его лезвию (или лезвия по материалу). Как было ранее объяснено, ввиду недостаточности силы сцепления (трения) частицы материала при перемещении отстают от бокового движения; то возникшее относительное движение обеспечивает перепиливающее воздействие микровыступов лезвия, вызывая тем самым разрушение материала.

Далее на предварительно измельченную массу материала воздействует сегмент с поверхностью в виде зубьев пилы, которые производят дополнительное его разрушение.

Особенность этой части сегмента молотка заключается в том, что форма зуба исполнена в виде рифлей на поверхности вальца, аналогично, что применяются в вальцевых станках для помола зерна.

Известно, что на всех отечественных и зарубежных мукомольных заводах в драном процессе и на последних размольных системах применяют рифленые вальцы. Так, например, в шлифовочном и размольном процессах для получения муки меньшей зольности применяют вальцы с шероховатой поверхностью. Кроме того, профиль рифлей для разных видов помолов выполнен с учетом кинематических и нагрузочных параметров [2].

Таким образом, комбинированное воздействие на материал позволяет более эффективно измельчить материал.

Необходимо отметить, что в качестве опорной поверхности для измельчаемого материала будет служить дека дробилки с нанесенными на неё микрорифлями, аналогичными по геометрии зубьям молотка.

Таким образом, предложенная нами универсальная конструкция молотка позволит сделать процесс измельчения различного вида сырья, как растительного, так и минерального или иного происхождения сделать более эффективным и менее затратным.

Список литературы

1. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Ленинград: Колос. Ленингр. отд-ние, 1978. – 560 с.
2. Егоров, Г.А. Технология муки, крупы и комбикормов / Г.А. Егоров, Е.М. Мельников, Б.М. Максимчук. – Москва: Колос, 1984. – 376 с.
3. Клушанцев, Б.В. Дробилки: конструкция. Расчет. Особенности эксплуатации / Б.В. Клушанцев, А.И. Косарев, Ю.А. Муйземнек. – Москва: Машиностроение, 1990. – 320 с.

ПЕРСПЕКТИВЫ ОБОГАЩЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

¹Волошин Е.В., канд. техн. наук, доцент,

²Леонова С.А., д-р техн. наук, профессор,

¹Никифорова Т.А., д-р техн. наук, профессор

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»,

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Башкирский государственный аграрный университет», г. Уфа

В настоящее время из всего комплекса зерноперерабатывающей промышленности крупяное производство характеризуется низкой степенью использования побочных продуктов переработки зерна в крупу.

Проблеме утилизации побочных продуктов переработки зерна в крупу уделяется не достаточно внимания. В научно-технической и патентной литературе отсутствуют научно-обоснованные решения по разработке ресурсосберегающих технологий переработки побочных продуктов крупяной промышленности. Нет сведений о химическом составе и биохимических свойствах побочных продуктов. В связи с этим были проведены исследования химического состава гречневой муки, отобранной на Сорочинском комбинате хлебопродуктов.

Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав гречневой муки и зерна гречихи

Продукт	Массовая доля, %				
	Белок	Жир	Крахмал	Клетчатка	Зола
Мука	30,6	7,5	27,5	14,2	7,0
Зерно	13,6	2,9	59,7	8,1	1,5

Анализ полученных данных свидетельствует, что гречневая мука имеет неспецифичный химический состав, обладает высокой биологической ценностью. Мука содержит 30 % белка, что почти в 2,5 раза выше, чем в целом зерне, достаточно много жира (7,5 %), клетчатки (14,2 %). Изучен минеральный состав гречневой муки (таблица 2).

Полученные данные свидетельствуют, что по содержанию калия мука превосходит зерно в 2,7 раза, по содержанию кальция мука превосходит зерно в 6,6 раза, по содержанию фосфора мука превосходит зерно в 2,5 раза. Значительно больше в муке содержится железа, чем в зерне.

Проведены исследования по содержанию витаминов в гречневой муке (таблица 3).

Таблица 2 – Минеральный состав гречневой мучки и зерна гречихи, мг/кг

Продукт	Минеральные вещества							
	Калий	Кальций	Фосфор	Цинк	Медь	Марганец	Железо	Кобальт
Мучка	11200	3400	7800	59	10,6	38,8	90,0	0,19
Зерно	4100	510	3100	48	9,6	32,2	65,0	0,17

Таблица 3 – Содержание витаминов в гречневой мучке и в зерне гречихи, мг/%

Продукт	В ₁	В ₂	РР	Е	Каротиноиды
Гречневая мучка	0,40	0,31	6,88	4,12	0,15
Зерно гречихи	0,28	0,22	4,20	0,60	0,10

Проведенные исследования показывают, что в гречневой мучке содержится витамина В₁ в 1,6 раза больше, чем в зерне, витамина В₂ в 1,3 раза больше, чем в зерне, витамина РР в 1,6 раза больше, чем в зерне, витамина Е почти в 7 раз больше, чем в зерне.

Учитывая высокое содержание жира в гречневой мучке, были изучены основные характеристики липидного комплекса.

Для более подробной характеристики липидного комплекса был изучен групповой состав липидов гречневой мучки. Полученные данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Групповой состав липидов гречневой мучки

Продукт	Основные фракции (% от суммы фракций)						
	Полярные липиды	Моноацил глицерины	Триацил-глицерины	Жирные кислоты	Стерины	Эфиры стеринов	Углеводороды
Гречневая мучка	1,6	0,2	88,5	1,7	3,0	4,8	0,2

Основной фракцией липидов гречневой мучки являются триацилглицерины.

Изучен жирнокислотный состав липидов гречневой мучки. Гречневая мучка имеет сложный жирнокислотный состав. Жирные кислоты липидов гречневой мучки представлены биологически ценными кислотами: олеиновой, линолевой и линоленовой (таблица 5).

Таблица 5 – Жирнокислотный состав липидов гречневой муки

Жирная кислота	Содержание, % от суммы
C _{12:0}	0,10
C _{14:0}	0,72
C _{14:1}	0,02
C _{15:0}	0,14
C _{15:1}	0,03
C _{16:0}	20,24
C _{16:1}	0,20
C _{16:1(9-цис)}	0,82
C _{17:0}	0,09
C _{17:1}	0,05
C _{18:0}	2,03
C _{18:1(9-цис)}	31,37
C _{18:1(11-транс)}	1,69
C _{18:2}	34,17
C _{18:3(ω-3)}	2,09
C _{20:0}	1,27
C _{20:1}	2,56
C _{22:0}	1,46
C _{22:1}	0,95
Сумма насыщенных кислот	26,05
Сумма ненасыщенных кислот	73,95

Жирнокислотный состав липидов гречневой муки носит ненасыщенный характер. Сумма ненасыщенных жирных кислот составляет 73,95 %.

Главным представителем ненасыщенных жирных кислот является линолевая кислота, обладающая высокой биологической ценностью. На ее долю приходится 34 % от суммы всех кислот.

В связи с перспективой возможности использования гречневой муки, как сырья для пищевой промышленности, исследовали содержание пестицидов, тяжелых металлов, микотоксинов и радионуклидов в ней. Для анализа использовали муку, полученную с контрольного посева (таблица 6).

Результаты исследований показали, что в исследуемых образцах гречневой муки отсутствуют даже следы хлорорганических соединений.

Таблица 6 – Характеристика санитарно-гигиенического состояния гречневой муки

Показатели	ПДК, мг/кг	Содержание, мг/кг
Пестициды: ГХЦГ и изомеры	0,5	Не обнаружено
ДДТ и его метаболиты	0,02	Не обнаружено
Этилмеркурхлорид	Не допускается	Не обнаружено
2,4Д-аминная соль	Не допускается	Не обнаружено
Микотоксины:	-	-
Афлатоксин В ₁	0,005	Не обнаружено
Дезоксиниваленол	0,7	Не обнаружено
Зеараленон	1,0	Не обнаружено
Т-2 токсин	0,1	Не обнаружено
Радионуклиды, Бк/кг:		
Цезий-137	50	Менее 12,6
Стронций-90	30	Менее 3,1
Содержание токсичных элементов:	-	-
Свинец	0,5	0,3
Кадмий	0,1	0,022
Ртуть	0,03	Не обнаружено
Мышьяк	0,2	Не обнаружено

Результаты исследования токсичных элементов в гречневой муке показывают, что сырье по содержанию свинца, кадмия, ртути, мышьяка соответствует нормам, установленным СанПиН 2.3.2.1078-01. Полученные результаты показывают, что содержание цезия-137 и стронция-90 в продукте значительно ниже ПДК.

Учитывая высокое содержание жира в гречневой муке, представлялось целесообразным оценить стойкость данного продукта при хранении. Кислотное число липидов в свежеработанной гречневой муке составляет 6-7 мг КОН. Для исследований на хранение были взяты образцы свежеработанной гречневой муки, отобранной с контрольного отсева. Хранение осуществляли при различной температуре. Влажность исходной муки составляла 13,5 %.

Как показали исследования, при хранении при температуре от -2 °С до 0 °С кислотное число липидов гречневой муки в течение 30 дней изменилось с 6мг КОН до 17 мг КОН. Дальнейшее хранение при этой температуре не останавливает рост кислотного числа липидов гречневой муки. За два месяца

хранения кислотное число липидов гречневой мучки при температуре -2°C до 0°C достигает 62 мг КОН.

Хранение при температуре 20°C приводит к более значительному росту кислотного числа липидов гречневой мучки. В течение двадцати дней кислотное число липидов гречневой мучки возрастает с 6 мг КОН до 18 мг КОН, затем кислотное число липидов интенсивно растет и к концу второго месяца достигает 98 мг КОН. Хранение гречневой мучки при $t = -18^{\circ}\text{C}$ не приводит к увеличению кислотного числа липидов.

Рост кислотного числа липидов гречневой мучки, вероятно, обусловлен накоплением высокомолекулярных жирных кислот, образующихся в результате гидролиза триацилглицеринов под действием фермента липазы.

Была определена активность фермента липазы в гречневой мучке. Уточнены условия ферментативной реакции. Наибольшая активность фермента липазы обнаружена при $\text{pH} = 7,0$. Период времени, в течение которого сохраняется начальная скорость реакции, равен 1,5 часам. Начальная активность липазы гречневой мучки равна 1,5 мл 0,01н КОН, зерна 0,3 мл 0,01н КОН. При хранении гречневой мучки активность фермента липазы снижается (рисунок 1).

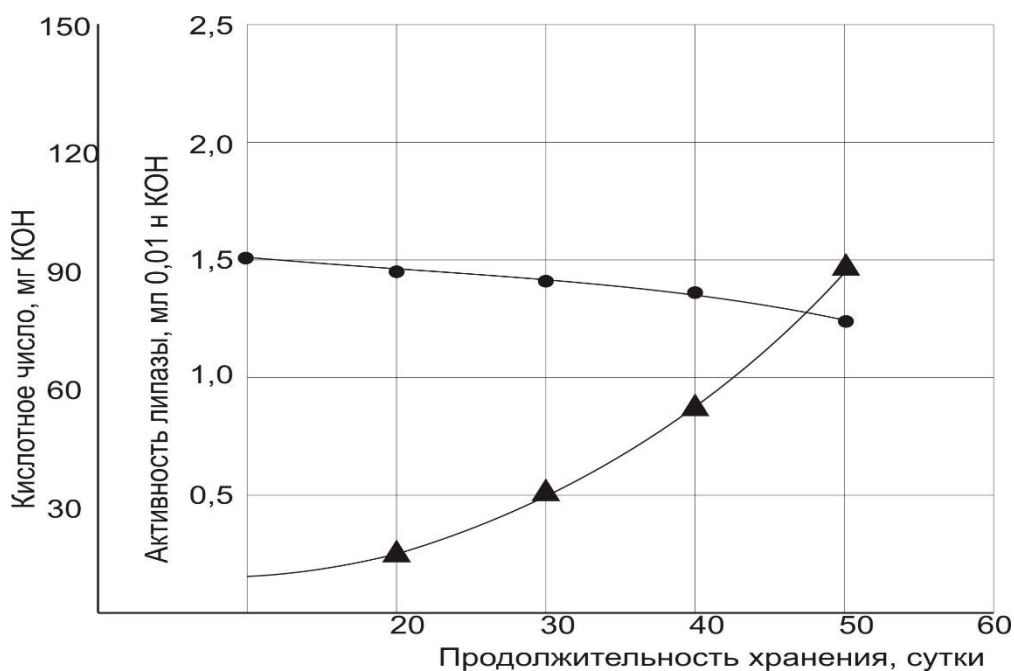


Рисунок 1 – Изменение кислотного числа липидов (▲) гречневой мучки и активности фермента липазы (●) при хранении

Проведенные исследования показали, что мучка имеет высокую активность фермента липазы, отличается значительным содержанием ненасыщенных жирных кислот, что обуславливает ее низкую стойкость при хранении и является существенным препятствием для ее широкого применения. Поэтому перечисленные факторы говорят о необходимости обработки мучки с целью стабилизации качества ее при хранении. Проведенные ранее

исследования показали, что наиболее эффективным способом стабилизации качества побочных продуктов крупяных производств является экструзия.

Экструзионную обработку гречневой мучки осуществляли на лабораторном экструдере. Перед экструдированием мучку увлажняли до влажности от 15 % до 17 % и экструдировали при температуре 140 °С, частота вращения шнека 93 об/мин. Экструдированную мучку хранили в течение двух месяцев при температуре 20 °С в термостате. За два месяца хранения кислотное число липидов гречневой мучки не изменилось.

Таким образом, результаты исследований показывают, что гречневая мучка имеет неспецифичный химический состав, уникальна по содержанию белка, витаминов, минеральных веществ, представляет собой продукт высокой пищевой и биологической ценности и может быть использована в качестве сырья в хлебопекарной и кондитерской промышленности.

Список литературы

1. Иунихина, В.С. Крупяные продукты быстрого приготовления / В.С. Иунихина, Е.М. Мельников // Хлебопродукты. – 2009. – №2. – С. 30-31.

2. Никифорова, Т.А. Перспективы использования вторичного сырья крупяных производств / Т.А. Никифорова [и др.] // Хлебопродукты. – 2009. – №7. – С. 50-51.

3. Никифорова, Т.А. Потенциальные возможности побочных продуктов крупяных производств / Т.А. Никифорова [и др.] // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2010. – №5 (111). – С. 141-144.

4. Никифорова, Т.А. Эффективность использования вторичного сырья крупяного производства / Т.А. Никифорова [и др.] // Хлебопродукты. – 2011. – №7. – С. 50-51.

5. Никифорова, Т.А. Глубокая переработка зерна: проблемы и перспективы / Т.А. Никифорова, Е.В. Волошин // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры [Электронный ресурс]: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2022. – С. 3439-3443.

6. Никифорова, Т.А. Биологически ценное сырье для производства продуктов питания / Т.А. Никифорова, Е.В. Волошин, И.А. Хон // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры [Электронный ресурс]: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2022. – С. 3452-3455.

7. Никифорова, Т.А. Перспективные направления разработки современных продуктов для здоровьесберегающего питания / Т.А. Никифорова, Е.В. Волошин // Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции; Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2022. – С. 93-96.

ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ - ИСТОЧНИКИ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

¹Волошин Е.В., канд. техн. наук, доцент,

¹Никифорова Т.А., д-р техн. наук, профессор,

²Леонова С.А., д-р техн. наук, профессор

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Оренбургский государственный университет»,

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Башкирский государственный аграрный университет», г. Уфа

Современный уровень развития зерноперерабатывающей промышленности требует нового подхода к использованию сырьевых ресурсов. Сущность этого подхода состоит в создании и внедрении мало- и безотходных технологий, позволяющих комплексно извлекать ценные компоненты, превращая их в полезные продукты.

При переработке крупяного сырья в качестве побочного продукта образуется мучка, которая представляет собой высококачественное сырье, так как при переработке зерна в крупу в мучку попадает ценные для человека анатомические части – алейроновый слой, зародыш.

В связи с этим были проведены исследования по определению химического состава вторичного сырья крупяных производства.

Как показал анализ исследований, просяная мучка, образующаяся в процессе переработки на различных системах шелушения, достаточно неоднородна по качеству. Существенные различия в химическом составе отмечены для мучки, выделенной с первой и последней систем шелушения. В мучке, полученной с первой системы шелушения, обнаружено большое количество клетчатки (30 %), что обусловлено наличием цветковых пленок, плодовых и семенных оболочек. Мучка, полученная с третьей системы шелушения, характеризуется наибольшим количеством жира (21 %), что свидетельствует о присутствии основной массы зародыша.

Химический состав ячменной мучки, полученной с различных систем измельчения неодинаков. Мучка, полученная с последней системы, содержит больше жира (13 %) по сравнению с мучкой, полученной с первой системы измельчения (4,5 %). Высокое содержание жира в данной фракции объясняется тем, что в эту фракцию в процессе измельчения, вероятно, попадает основная доля зародыша. Наиболее высокое содержание клетчатки находится в мучке, полученной с 1 системы измельчения (6 %). Изменение в содержании белка в мучке, полученной с различных систем технологического процесса незначительно.

Изучение отдельных потоков пшеничной муки, полученной с различных систем технологического процесса, показало высокое содержание в ней белка, крахмала, жира.

Содержание жира в пшеничной муке, полученной с различных систем, существенно отличается. Мука, отобранная с 3 и 4 систем, имеет значительно больше жира (от 7,9 % до 8,1 %), чем мука, полученная с первых двух систем (от 4,1 % до 4,2 %). Достаточно высоко содержание клетчатки во всех фракциях муки.

Гречневая мука отличается высоким содержанием белка (30 %), жира (7,5 %), клетчатки (4,2 %). Достаточно высокое содержание белка в гороховой (23 %) и овсяной (16 %) муках.

Кукурузная мука имеет достаточно высокое содержание белка (от 14 % до 15 %), крахмала (от 70 % до 75 %).

Белковый комплекс вторичного сырья крупяных производств, как показали результаты исследования, по составу фракций резко отличаются от белков целого зерна. Они представлены в основном суммой альбуминов и глобулинов и составляют в среднем 60 %. Это резкое отличие объясняется, по-видимому, тем, что в состав муки входит зародыш, алейроновый слой.

Установлено, что вторичное сырье крупяных производств богато витаминами.

Как показали исследования, отдельные потоки просяной муки содержат каротиноидов в 3,6 раза больше, чем в зерне, витамина В₂ в 3,8 раза больше, чем в зерне, витамина Е в 7 раз больше, чем в зерне. Просяная мука имеет высокое содержание витаминов В₁, В₂, РР. Аналогичные результаты получены по остальным видам мучек. Учитывая высокое содержание липидов во вторичном сырье, были изучены их наиболее важные характеристики: кислотное число, групповой состав и жирнокислотный состав. Кислотное число липидов вторичного сырья составляет 6-8 мг КОН.

Как показали исследования, особенности перерабатываемой культуры, а, следовательно, и побочного продукта влияют на соотношения фракционного состава липидов. Так, групповой состав липидов ячменной муки отличается более высоким содержанием стероидов и их эфиров, полярных липидов. Жирнокислотный состав липидов вторичного сырья крупяных производств носит ненасыщенный характер, сумма ненасыщенных жирных кислот составляет от 75 % до 90 %. Главным представителем ненасыщенных жирных кислот является линолевая кислота (от 53 % до 67 %), обладающая высокой биологической ценностью. Вторичное сырье крупяных производств содержит полиненасыщенные жирные кислоты ω -3, ω -6.

Изучен минеральный состав вторичного сырья крупяных производств. Вторичное сырье по содержанию минеральных веществ превосходит зерно. Так, по содержанию железа ячменная мука превосходит зерно ячменя почти в 1,5 раза, по содержанию марганца ячменная мука превосходит зерно ячменя в 4 раза. Пшеничная мука превосходит зерно пшеницы по содержанию железа в 2 раза, по содержанию марганца в 2 раза, по содержанию калия в 1,3 раза.

Гречневая мучка превосходит зерно по содержанию калия в 1,7 раза, кальция в 6 раз, фосфора более чем в 2 раза.

Вторичное сырье крупяных производств содержит флавоноиды. Так, в гороховой мучке были выделены: рутин (0,43 мг/г), гиперозид (0,04 мг/г), витексин (0,03 мг/г). В овсяной мучке были обнаружены: рутин (0,02 мг/г), гиперозид (0,01 мг/г).

В связи с перспективой использования вторичного сырья крупяных производств в пищевых целях, важное значение имеет оценка их санитарно-гигиенического состояния.

Базируясь на действующих гигиенических требованиях к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов, исследовано содержание пестицидов, тяжелых металлов, микотоксинов, радионуклидов во вторичном сырье крупяных производств.

Оценка безопасности вторичного сырья показала, что они соответствуют требованиям СанПин 2.3.2. 1078-01.

Проведенные исследования показали, что вторичное сырье крупяных производств уникально по содержанию белка, витаминов, минеральных веществ, что позволяет определить пути рационального его использования. Учитывая достаточно высокое содержание крахмала в пшеничной мучке (60 %) были проведены исследования по использованию ее для производства сахаристых продуктов.

Проведенные исследования показали возможность использования пшеничной мучки для производства сахарного сиропа. Разработанный способ осахаривания экструдированной пшеничной мучки обеспечивает экономию ферментных препаратов, сокращает длительность осахаривания в связи с обеспечением полноты клейстеризации крахмала.

Высокое содержание белка, каротиноидов, токоферолов, флавоноидов позволяет использовать вторичное сырье крупяных производств для обогащения продуктов питания.

В связи с этим научно обоснованы и разработаны дифференцированные подходы к технологии применения ячменной, овсяной мучек при производстве хлебобулочных изделий. Разработана и утверждена нормативно-техническая документация на хлеб «Целебный» с использованием в качестве компонента ячменной мучки и хлеб «Золотая Нива» с использованием в качестве компонента овсяной мучки. На основании комплексного исследования химического состава и физиологически функциональных свойств гороховой, ячменной мучек научно обоснована целесообразность применения их при производстве мучных кондитерских изделий. Разработаны технологии сахарного печенья «Богатырское» с использованием в качестве компонента гороховой мучки, печенья «Злаковое» с использованием в качестве компонента ячменной мучки. На данные виды изделий разработана и утверждена нормативно-техническая документация. Разработаны технологические схемы подготовки вторичного сырья для их использования в хлебопекарной и кондитерской промышленности.

Учитывая высокое содержания жира в просяной, ячменной, гороховой, овсяной мучках, исследована возможность использования их для производства растительных масел. Рекомендована технологическая схема производства растительного масла из вторичного сырья крупяного производства, на основе серийно выпускаемого оборудования.

Проведены исследования по использованию вторичного сырья в микробиологической промышленности для получения β -каротина.

Список литературы

1. Никифорова, Т.А. Перспективы применения побочных продуктов переработки гречихи / Т.А. Никифорова, С.А. Леонова, И.А. Хон // Ползуновский вестник. – 2017. – №10. – С. 8-12.

2. Никифорова, Т.А. Перспективы использования вторичного сырья крупяных производств / Т.А. Никифорова [и др.] // Хлебопродукты. – 2009. – №7. – С. 50-51.

3. Никифорова, Т.А. Глубокая переработка зерна: проблемы и перспективы / Т.А. Никифорова, Е.В. Волошин // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры [Электронный ресурс]: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2022. – С. 3439-3443.

4. Никифорова, Т.А. Биологически ценное сырье для производства продуктов питания / Т.А. Никифорова, Е.В. Волошин, И.А. Хон // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры [Электронный ресурс]: материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием); Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2022. – С. 3452-3455.

5. Никифорова, Т.А. Перспективные направления разработки современных продуктов для здоровьесберегающего питания / Т.А. Никифорова, Е.В. Волошин // Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии [Электронный ресурс]: материалы Международной научно-практической конференции; Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург, 2022. – С. 93-96.

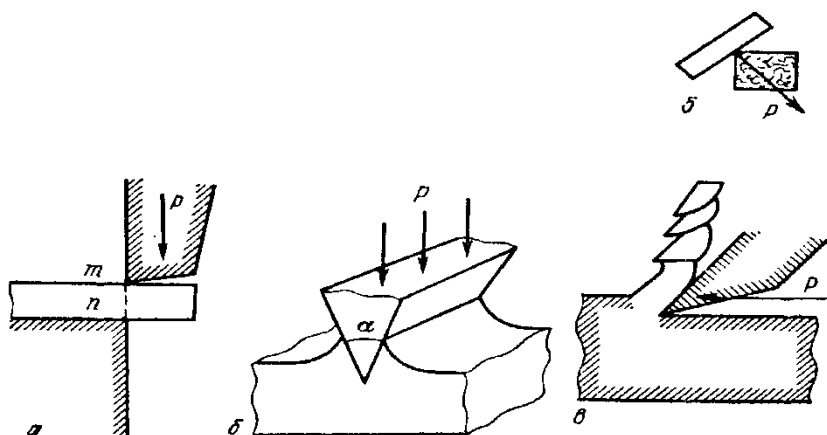
РАСЧЕТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДРОБИЛКИ С УНИВЕРСАЛЬНЫМИ МОЛОТКАМИ

Волошин Е.В., канд. техн. наук, доцент,
Антимонов С.В., канд. техн. наук, доцент,
Василевская С.П., канд. техн. наук, доцент,
Соловых С.Ю., канд. техн. наук, доцент

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Существует достаточно много известных способов измельчения сырья, используемых при производстве кормов. Выбор рабочего органа устройства при измельчении определяется исходя из вида сырья и его физико-механических свойств.

Наиболее распространенные способы измельчения кормов являются: дробление ударом, раскалывание, истирание (размол), плющение и резание – лезвием, резцом или пуансоном (рисунок 1).



а – пуансоном; б – лезвием; в – резцом.

Рисунок 1 – Способы измельчения кормов резанием

При этом целесообразно выбирать такие способы воздействия на перерабатываемое сырье, при которых разрушение его может быть достигнуто при наименьших напряжениях и затрате энергии. В этом отношении раскалывание, истирание или резание представляются более выгодными, так как разрушающие напряжения скалывания меньше нормальных напряжений.

Данные способы реализуются в измельчителях различного типа и в частности можно применить при проектировании рабочих органов молотковых дробилок, вместо молотов традиционной формы, реализующих измельчение ударом с последующим измельчением материала об деку и ситовую обечайку.

С целью снижения энергозатрат и получения однородного продукта с минимальным количеством переизмельченной фракции нами была предложена конструкция молотка в виде диска, условно поделенного на четыре сегмента с применением в качестве измельчающей поверхности, комбинированной рабочей кромки: с нарезанными на ней зубьями (резцами) и поверхностью типа лезвие (рисунок 2).

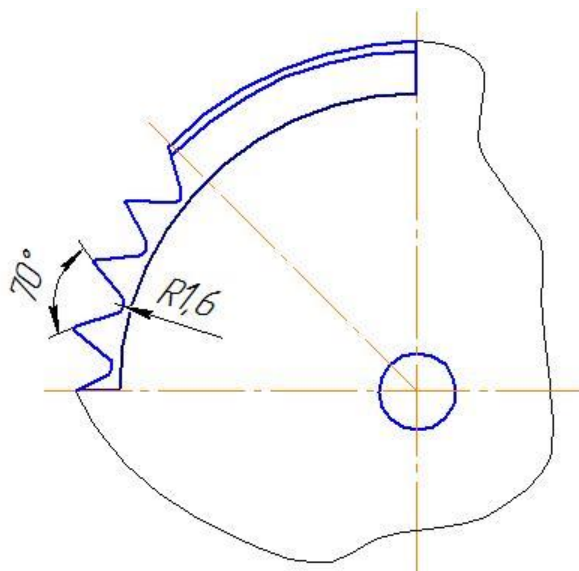


Рисунок 2 – Конструкция молотка круглой формы

Для такого типа молотка работа на измельчение будет представлять собой сумму работ на распиливание и резанье:

$$A_{уд.общ} = A_{расп.} + A_{рез.} \quad (1)$$

В качестве основы для расчета работы, затраченной на распиливание материала в процессе его измельчения можно взять формулы, согласно [1].

Основная удельная работа резания находится в зависимости от ширины пропила b и подачи на зуб u_z или по формулам

$$A_{рез} = \frac{2,65 \cdot 10^5}{(u_z \cdot b)^{0,33}} \cdot \quad (2)$$

$$u_z = \frac{u \cdot t_{см}}{v}, \quad (3)$$

где $t_{см}$ – шаг одноименных строгающих зубьев;
 t – расстояние между осями шарниров цепи;
 v – скорость резания.

Мощность, Вт, потребная на распиливание будет иметь следующий вид

$$N_n = P_n \cdot v, \quad (4)$$

где P_n – усилие резания при распиливании материала.

Суммарная мощность на измельчения таким молотком, без учета других составляющих процесса будет равна

$$N_{общ} = N_{рез} + N_{рас}. \quad (5)$$

Список литературы

1. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Ленинград: Колос. Ленингр. отд-ние, 1978. – 560 с.
2. Егоров, Г.А. Технология муки, крупы и комбикормов / Г.А. Егоров, Е.М. Мельников, Б.М. Максимчук. – Москва: Колос, 1984. – 376 с.
3. Клушанцев, Б.В. Дробилки: конструкция. Расчет. Особенности эксплуатации / Б.В. Клушанцев, А.И. Косарев, Ю.А. Муйземнек. – Москва: Машиностроение, 1990. – 320 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАРМЕЛАДА ИЗ ОБЛЕПИХИ

**Горяева А.В., Дусаева Х.Б. канд. с-х. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Приготовление мармелада – это увлекательный процесс, позволяющий сохранить летний вкус и аромат ягод на долгие месяцы.

Основой для этого лакомства являются сочные, спелые ягоды, обладающие насыщенным вкусом и ароматом. Выбор ягод неограничен: от традиционной малины, клубники и смородины до более экзотических вариантов.

Каждый вид ягод вносит в мармелад свой уникальный характер – от нежной кислинки до яркой сладости. Однако для достижения идеальной консистенции и улучшения вкусовых качеств часто используют дополнительные ингредиенты [1,4].

В частности, добавление соков, полученных из различных ягод или фруктов, позволяет не только усилить желирующие свойства, но и создать более сложный и гармоничный вкусовой профиль. Так, например, сочетание кислой клюквы с сладкой малины или терпкой черной смородины с освежающей яблочной мякотью дает невероятные результаты. Кроме того, в рецептуру мармелада могут входить ягодные и фруктовые пюре, экстракты, придающие глубокий и насыщенный вкус. В некоторых рецептах используются виноградные вина, которые этому десерту изюминку и пикантную нотку [1].

Качество мармелада зависит от используемого сырья, технологии производства.

Желирование – ключевой этап в приготовление мармелада. Перед добавлением желатина в горячий сироп, проводится замачивание в холодной воде (30 минут). Так как желатин увеличивается в 6-8 раз, в связи с этим рассчитывается необходимое количество воды, это объясняется тем, что готовый мармелад может получиться слишком жидким или, наоборот, слишком густым [2].

На кафедре пищевой биотехнологии Оренбургского Государственного Университета были проведены исследования мармелада из облепихи, богатой биологически активными компонентами, например, витаминами, минеральными веществами.

При приготовлении этого десерта использовали облепиховый сок, оказывающий влияние на общее состояние организма, способствующий выделению желчи. Кроме того, способствует нормализации кровообращения, снимает воспаление, нейтрализует действие стресса на организм человека [3].

Процесс приготовления мармелада на ягодном отваре включает в себя несколько стадий. Сначала был приготовлен сироп, затем добавлен предварительно замоченный желатин. Смесь тщательно перемешивали,

нагревали до кипения, при этом постоянно следили, чтобы желатин полностью растворился.

После этого в сироп был добавлен подготовленный ягодный сок, с помощью процесса фильтрования были удалены косточки и примеси, чтобы получить гладкую и прозрачную текстуру готового продукта [2].

Проведены исследования органолептических, физико-химических показателей мармелада из ягод облепихи.

В представленной таблице 1 представлены органолептические показатели мармелада.

Таблица 1 – Органолептические показатели мармелада

Показатель	Результат
Внешний вид	Желированный, соответствует внешнему виду мармелада
Вкус и запах	Кисло-сладкий, свойственный облепихе. Без посторонних привкусов, запахов
Цвет	Однородный, оранжевый
Консистенция	Равномерная, студнеобразная, сохраняющая форму на горизонтальной поверхности и ясно очерченные грани при разрезании ножом

Анализ данных таблицы 1 показал, что приготовленный мармелад по внешнему виду, вкусу, запаху, консистенции соответствует требованиям нормативной документации. Анализируемый десерт обладал приятным вкусом, запахом.

В таблице 2 представлены физико-химические показатели мармелада.

Таблица 2 – Физико-химические показатели

Показатель	Результат	Требования по ГОСТ 6442-2014
Массовая доля влаги, %	36,6	от 9 до 39
Массовая доля сухих веществ, %	4	не более 15
Кислотность, град	1,9	не более 35
Содержание сахара, %	10,9	не менее 3

Проведенные расчеты показали, что энергетическая ценность мармелада составляет 251,4 ккал.

Приготовление мармелада с использованием облепихи способствует разнообразию ассортимента продукции, повышению пищевой ценности изделия, кроме того, использование местного сырья растительного происхождения выгодно, доступно, дешево.

Исследования продолжаются, предстоит определить оптимальную дозировку внесения пюре из облепихи в рецептуру мармелада,

микробиологические показатели качества мармелада, срок хранения десерта с использованием местного сырья, а также обобщение полученных результатов с формированием выводов и предложений производству.

Список литературы

1. Селимова, У.А. Разработка технологии производства функционального мармелада на основе плодов фейхоа и ягод облепихи / У.А. Селимова, Махачкала, 2020. – 30 с.

2. Ермолаева, Е.О. Контроль качества продукции и услуг: учебное пособие / Е.О. Ермолаева, Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, Кемерово, 2009. – 160 с.

3. Магомедов, Г.О. Желейно-фруктовый мармелад повышенной пищевой ценности с соком из ягод облепихи / Г.О. Магомедов, Л.А. Лобосова, С.Н. Журахова, Воронежский государственный университет инженерных технологий, Воронеж, 2017. – 50 с.

4. Сагдиева, З.Н. Использование сырья растительного происхождения при производстве кондитерских изделий / З.Н. Сагдиева, Х.Б. Дусаева // Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2020. – 3 с.

5. Киселева, Ю.С. Особенности производства драже [Электронный ресурс] / Ю.С. Киселева, Х.Б. Дусаева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч. – метод. конф. (с междунар. участием), 25-27 янв. 2021 г, Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т» - Электрон. дан. – Оренбург: ОГУ, 2021. – С. 1831-1833. – 3 с.

ПРОБЛЕМЫ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НЕФТИ

Долгова А.Е.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Обезвоживание нефти является одним из ключевых процессов в нефтяной промышленности. Это необходимо для улучшения качества нефти, предотвращения коррозии оборудования, а также для последующей транспортировки и переработки сырья. Несмотря на значительные успехи в разработке технологий обезвоживания, эта задача остается сложной и многогранной. В данной статье рассматриваются основные проблемы, связанные с обезвоживанием нефти, а также текущие достижения и вызовы в этой области.

1. Состав нефти и роль воды в процессе.

Нефть представляет собой сложную смесь углеводородов, в которой часто присутствуют значительные количества воды. Вода может быть как свободной, так и в виде эмульсии с углеводородами. В первом случае она представляет собой простую жидкость, отделяемую при добыче, а во втором — составляет микроскопические капли, стабилизированные высокомолекулярными веществами нефти, такими как асфальтены и парафины. Эмульсии могут быть как водонефтяными, так и нефтяными, и их распад требует особых условий, которые в зависимости от состава нефти могут варьироваться [1].

2. Проблемы в процессе обезвоживания.

Основные проблемы обезвоживания нефти можно разделить на несколько категорий, среди которых выделяются: высокая вязкость, устойчивость эмульсий, коррозия и требования к качеству оборудования.

Высокая вязкость нефти.

Одной из основных сложностей при обезвоживании является высокая вязкость нефти, особенно в условиях низкой температуры или при наличии определенных примесей. Вязкость значительно усложняет процесс отделения воды, так как затрудняет её движение и выход из смеси. Для повышения эффективности обезвоживания требуется либо повышение температуры, либо использование специальных добавок, снижающих вязкость.

Устойчивость эмульсий.

Одной из наиболее сложных проблем является устойчивость водонефтяных эмульсий. В таких системах вода, капли которой мелки, стабилизируется за счет поверхностно-активных веществ, которые присутствуют в нефти. Эти эмульсии часто очень стабильны и требуют значительных усилий для разрыва эмульсионных связей. Разрыв эмульсии может быть достигнут различными методами, такими как химическое воздействие, нагревание или использование электрических и магнитных полей.

Однако каждый из этих методов имеет свои ограничения и особенности, и не всегда можно добиться полного отделения воды.

Коррозия оборудования.

Наличие воды в нефти ведет к ускоренному износу оборудования, используемого для её транспортировки и переработки. Это особенно важно, если вода содержит растворённые соли или кислоты, что способствует коррозии трубопроводов, насосов и других компонентов. В некоторых случаях приходится использовать специализированные антикоррозийные покрытия и добавки, что значительно увеличивает стоимость процесса.

Энергетические затраты.

Процесс обезвоживания часто сопровождается значительными энергетическими затратами. Нагревание нефти для разрыва эмульсий требует большого количества энергии, что делает процесс дорогостоящим и менее экологически чистым. В связи с этим, исследуются новые методы, которые могли бы снизить потребление энергии, включая использование ультразвука, электролиза или химических добавок [2].

3. Современные методы обезвоживания.

Существуют различные методы, используемые для обезвоживания нефти, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения.

Термальные методы

Один из наиболее распространённых методов — это термическое обезвоживание, при котором нефть нагревается до высоких температур, что способствует распаду эмульсии. Этот процесс широко используется в нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности, однако он требует больших энергетических затрат.

Механические методы

Механические методы включают центрифугирование и фильтрацию, которые основаны на разнице в плотности нефти и воды. Эти методы более экономичны, но их эффективность ограничена при высоких концентрациях эмульсии.

Химические методы

Химическое обезвоживание основывается на использовании поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые разрушают стабилизирующую пленку между водными каплями и углеводородами. Такие добавки могут значительно повысить эффективность обезвоживания, однако их использование также сопряжено с дополнительными расходами на закупку и применение ПАВ, а также с рисками загрязнения окружающей среды [3].

Электрическое и магнитное воздействие

Совсем недавно были предложены методы, основанные на воздействии электрических и магнитных полей. Эти методы позволяют разрушать водонефтяные эмульсии с минимальными энергетическими затратами, но пока они находятся на стадии экспериментов и не получили широкого применения.

4. Перспективы развития технологий обезвоживания

С развитием нанотехнологий и новых материалов открываются перспективы создания более эффективных и экологичных методов обезвоживания нефти. Например, использование наночастиц для разрушения эмульсий обещает стать важным направлением, поскольку они могут работать на молекулярном уровне, обеспечивая более точное и эффективное разделение воды и нефти.

Кроме того, развивается направление биотехнологий, где используются микроорганизмы для разложения водонефтяных эмульсий, что может существенно снизить экологические риски и повысить эффективность процесса.

Проблемы обезвоживания нефти остаются актуальными и требуют комплексного подхода для их решения. Современные технологии и методы, несмотря на их эффективность, продолжают сталкиваться с рядом технических и экономических проблем, которые необходимо решать для повышения устойчивости и безопасности нефтяной промышленности.

Список литературы

1. Смирнов В. Н., Лебедев И. С. Технологии очистки нефти от воды и солей: современное состояние и перспективы. // Журнал нефтяной и газовой промышленности. — 2021. — Т. 45, № 6. — С. 98–107.
2. Иванов И. П., Петров А. В. Проблемы и технологии обезвоживания нефти. — М.: Научный мир, 2020. — 312 с.
3. Соколова Т. Е. Химические методы обезвоживания нефти: от теории к практике. // Нефтехимия и нефтепереработка. — 2022. — Т. 19, № 3. — С. 42–56.
4. Власов В. Г., Лукина И. Н. Современные подходы к механическому и термическому обезвоживанию нефти. // Проблемы нефтяной и газовой промышленности. — 2023. — Т. 51, № 2. — С. 122–134.
5. Коваленко М. Ю. Нанотехнологии в процессе обезвоживания нефти. // Журнал нефтехимической технологии. — 2020. — Т. 10, № 4. — С. 78–85.
6. Фролова Н. В., Морозова Т. П. Влияние воды на свойства нефти и методы ее удаления. — СПб.: Невский издатель, 2021. — 256 с.
7. Григорьев М. Ю., Орлов А. П. Электрические и магнитные методы обезвоживания нефти. // Энергетика и экология. — 2022. — Т. 33, № 5. — С. 58–67.

ЦЕОЛИТЫ КАК АДСОРБЕНТ ПРИ ОСУШКЕ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Елисеев Н. В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В связи с технологией добычи природного газа, в его сыром состоянии присутствует влага в виде водяного пара или мелко дисперсных частиц. При транспортировке, переработки или хранения (особенно при дросселировании) происходит конденсация этой влаги на поверхностях труб, оборудования и пр. Жидкая влага абсорбирует в себе кислые компоненты газа что приводит к созданию активной коррозионной среды, которая в свою очередь утончает стенки оборудования и вносит в газ частицы металлов и их солей. Помимо кислых компонентов вода абсорбирует в себе лёгкие фракции газа образуя гидраты. Газовые гидраты — это твердые кристаллические соединения, образующиеся при определенных условиях из воды и низкомолекулярных газов. По внешнему виду гидраты напоминают лед или снег. Они приводят к сужению или закупорки проходных отверстий, блокируют подвижные части, засоряют датчики и пр. Для удаления воды и заодно для повышения теплотворной способности и чистоты газа производят процесс осушки [1].

Промышленную осушку природного газа можно производить четырьмя способами: низкотемпературной сепарацией, адсорбцией, абсорбцией или комбинированием предыдущих методов. В большинстве случаев на реальных производствах применяют метод адсорбционной осушки. Перед любым из перечисленных методов сырой газ необходимо избавить от капельной влаги и механических загрязнений.

- Метод низкотемпературной сепарацией основан на конденсировании и последующем удалении воды путём понижения температуры смеси ниже точки россы. Суть низкотемпературной сепарации состоит в предварительном охлаждении газа до отрицательных температур с последующим отделением сконденсированной капельной жидкости в низкотемпературном сепараторе [4].

Сырой газ от скважин под своим давлением поступает в газовый сепаратор первой ступени, где происходит первичное отделение капельной жидкости, образовавшегося конденсата и механических примесей, которые направляются в дренажную емкость. Далее газ, освобожденный от капельной жидкости, поступает в теплообменник «газ-газ» для предварительного его охлаждения обратным потоком газа, поступающего из сепаратора второй ступени (низкотемпературный сепаратор) [4].

Для предупреждения образования гидратов перед теплообменником в газ подается ингибитор гидратообразования (метанол, диэтиленгликоль). Далее газ клапаном дросселируется, охлаждаясь при этом за счет эффекта Джоуля–Томсона до требуемых отрицательных температур. Охлажденный газ подается на газовый сепаратор второй ступени, где конденсат с насыщенным водой

раствором ингибитора отделяется от газа. Осушенный газ подогревается сырым газом за счет его подачи на упомянутый выше теплообменник «газ-газ» и направляется на узел учета товарного газа [4].

- Адсорбционный метод осушки природного газа основан на сорбции воды, пара и / или тяжёлых фракций газа поверхностью сорбента с возможностью дальнейшей его регенерации. Адсорбционная схема осушки газа по своей структуре схожа с абсорбционной схемой, за тем лишь исключением, что в качестве осушителя используется адсорбент (силикагель, цеолит). Сепарированный от капельной влаги и механических примесей сырой газ поступает в адсорбционную колонну, заполненную композитным адсорбентом паров воды, по направлению сверху вниз. Газ на выходе из адсорбера является осушенным и соответствует всем предъявляемым для его транспортировки по магистральным газопроводам требованиям. Как только глубина осушки газа начинает снижаться, поток сырьевого газа для обеспечения непрерывности осушки переключают на адсорбер, находившийся в стадии ожидания, а адсорбер с насыщенным адсорбентом переключают на регенерацию. Так как адсорбент, в отличие от абсорбента, не циркулирует по замкнутой системе осушки газа и постоянно находится в адсорбере, то для его регенерации в адсорберах предусмотрены встроенные теплообменные элементы спирально-радиального типа [4].

- Абсорбционный метод осушки основан на поглощении мелкодисперсной воды, пара и / или тяжёлых фракций газа объёмом сорбента. Базовая схема осушки газа этим методом основана на противотоке газа, заблаговременно прошедшего сепарацию, и гликоля. Процесс производят в специальных абсорбционных колоннах при температуре газа от + 10 до + 35 °С и чистоты гликоля 98–99%. Газ подаётся снизу, гликоль сверху. Благодаря массообменной секции абсорбционной колонны обеспечивается максимальный контакт газа с гликолем, тем самым происходит процесс гликолевой осушки газа. Осушенный газ поступает в верхнюю часть колонны, проходит через секцию доулавливания гликоля и подается потребителям. Насыщенный влагой гликоль самотеком поступает из нижней части колонны на установку регенерации [4].

Выбор метода осушки при проектировании предприятия необходимо производить с учётом в первую очередь максимальным значением выходных значений концентрации паров воды, а также с экономической составляющей.

Как показывает практика, на большинстве производств используют адсорбционный метод благодаря его высокой эффективности.

Для адсорбентов присущ ряд требований:

- высокая: адсорбционная активность к воде и тяжёлым фракциям, адсорбционная ёмкость, механическая прочность, селективность, способностью к регенерации и стабильностью адсорбционных свойств в условиях длительной эксплуатации;

- низкая: токсичность, коррозионная активность, стоимость, поглощательная активность лёгкой фракции газа.

В качестве адсорбентов могут использоваться: силикагели, алюмогели, бокситы, синтетические цеолиты (молекулярные сита). Как показывает практика, большинство производств сейчас используют цеолиты.

Цеолиты (молекулярные сита) — это мелкие алюмосиликатные кристаллы имеющие сорбирующие микропоры (пористость до 50%). Кристаллы образованы тетраэдрическими группами $\text{SiO}_{2/4}$ и $\text{AlO}_{2/4}$ объединёнными общими вершинами в трёхмерный каркас, пронизанный полостями и каналами (окнами) размером 0,2—0,15 нм.

Существует множество видов цеолитов, некоторые из которых включают:

- клиноптилолит. Этот минерал имеет высокую способность адсорбировать влагу, что делает его полезным для осушки газа и воды;
- морденит. Морденит также используется в качестве адсорбента для осушки газа и жидкостей и широко применяется в промышленности;
- фауясит. Фауяситы также обладают высокой адсорбционной способностью и часто используются для удаления воды из газовых смесей и других процессов очистки;
- цеолиты X и Y. Эти типы цеолитов отличаются своей пористой структурой и используются в различных процессах адсорбции и сепарации.

Цеолиты имеют ряд преимуществ перед другими адсорбентами, которые делают их привлекательными для различных промышленных и научных приложений. Некоторые из основных преимуществ цеолитов включают:

- 1) высокая специфичность: Цеолиты обладают способностью селективной адсорбции различных молекул, что делает их полезными для очистки газов и жидкостей от определенных компонентов;
- 2) регенерация: Цеолиты могут быть регенерированы и использованы повторно после насыщения, что повышает их долговечность и делает их экономически эффективными в длительной перспективе;
- 3) пористая структура: Пористая структура цеолитов обеспечивает большую поверхность для адсорбции, что повышает их адсорбционную емкость;
- 4) физико-химическая стабильность: Цеолиты обычно стойки к высоким температурам, коррозии и механическим воздействиям, что делает их долговечными в использовании;
- 5) экологическая чистота: Цеолиты обычно считаются более экологически безопасными и биodeградируемыми по сравнению с некоторыми другими адсорбентами [5].

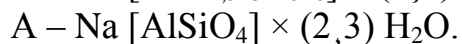
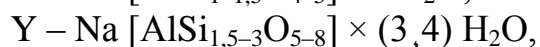
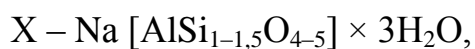
Как показывают наблюдения, в связи с политическими ограничениями импорта цеолитов, наблюдается тенденция перехода на отечественные цеолиты. Например, компания ООО «ВолгоУралНИПИгаз» по заказу компании ООО «Газпром добыча Оренбург» осуществила замену импортных цеолитов - Selexsorb COS 1/8//, 4A (NaA) и Силипорите G-5 «Сеса» на отечественные - ALUSORB COS ООО «Скат3», СаА-У ООО «ИСХЗК» и NaX-БКО-А ООО «Реал Сорб» соответственно [3].

Синтетический цеолит (молекулярное сито) обозначают теми буквами, которые ввел первый (по праву приоритета) исследователь: например, цеолит X, K-G, цеолит ZK-7 и так далее.

Иногда синтетические цеолиты (молекулярные сита) обозначают по названиям соответствующего природного минерала, например «цеолит типа анальцима», «цеолит типа морденита».

Различные катионные формы, получаемые методом ионного обмена, могут также иметь особые обозначения. Например, кальциевая форма цеолита A (молекулярное сито типа 5A) сокращенно обозначается цеолит CaA (либо molecular sieve type 5A). Однако наличие дефиса между Ca и A, то есть цеолит Ca-A, указывает на совсем другой цеолит.

Из множества искусственных цеолитов на практике применяются всего три из них:



В 2022 году в Грозненском государственном нефтяном техническом университете имени академика М. Д. Миллионщикова проводилось исследование адсорбции воды цеолитами Л.С-Э. Ильясовой, Х. Д. Алангираевой. Исследовались цеолитов типа NaA, NaX, Алюмосиликата и CaA на зависимость их влагоёмкости от времени и температуры на опытной установке.

В результате исследования адсорбционной активности выяснилось, что наиболее эффективным является цеолит типа NaA, так как он обладает наибольшим влагосодержанием и наибольшей его изменчивости по температуре [2].

Список литературы

1. Бозоров Г.Р. Адсорбционный способ осушки газа / Г.Р. Бозоров, Ш.М. Абдурахмонов // Теория и практика современной науки: международный научно-практический журнал - ИУСЭР, 2019. - №3 (45) - с. 63–65;

2. Ильясова Л.С-Э. Исследование адсорбции воды цеолитами / Л.С-Э. Ильясова, Х.Д. Алангираева // Вестник магистратуры: научный журнал – ООО «Коллоквиум», 2022. - №11–5 (134) - с. 12–15;

3. Калименова О.А. Подбор и испытание новых эффективных адсорбентов на предприятиях ООО «Газпром добыча Оренбург» / О.А. Калименова, Г.В. Кириллова // ГАЗ НЕФТЬ ЭКСПОЗИЦИЯ: научно-технический журнал – ООО «Экспозиция Нефть Газ», 2016. – №2 (48) – с. 24–25;

4. Манихин О. Ю. Выбор способа подготовки природного газа для транспортировки по магистральным газопроводам / О. Ю. Манихин, В. В. Шалай, Е. В. Ходорева // Омский научный вестник. Сер. Авиационно-ракетное и энергетическое машиностроение. 2022. Т. 6, № 3. С. 58–65. DOI: 10.25206/2588–0373-2022-6-3-58–65;

5. Лайло Р.Х. Преимущества цеолитов при адсорбционной осушке природного газа // Science and Education: научный журнал, 2023. – с. 306–308.

ПРИМЕНЕНИЕ АМПУЛЯРИЙ В КАЧЕСТВЕ ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОИНДИКАТОРОВ

**Кахаева А.Н., Килякова Ю.В., канд. биол. наук, доцент, Мингазова М.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Загрязнение воды является актуальной экологической проблемой в современном мире, так как она затрагивает и природную среду, и здоровье человека. Усугубление ситуации может привести к серьёзным последствиям для населения, а также экосистем и биоразнообразия природных сообществ. Причём большая часть загрязнений является антропологическим, так как многие заводы, фабрики и сельскохозяйственные угодья являются главными источниками промышленных выбросов, содержащих токсичные химические вещества, тяжелые металлы, пестициды и т.д. [2].

В результате деятельности человека загрязнённые воды могут привести к гибели гидробионтов и других животных, обитающих рядом с водоемами. Всё это может нарушить баланс экосистемы и снизить биоразнообразие [1]. Ярким примером загрязнений водоема является разлив мазута в Керченском проливе в 2024 г. – экологическая катастрофа, приведшая к образованию токсичного пятна мазута и к гибели птиц, дельфинов и других гидробионтов, обитающих на дне.

Кроме того, загрязнённая вода может способствовать развитию заболеваний у человека, например, холеру, дизентерию, гепатит и другие инфекции, а также негативно сказываться на туризме, рыболовстве и сельском хозяйстве. Всё это приводит к экономическому кризису и негативно сказывается на экономике страны [1].

Контроль за состоянием водоемов ведут, в основном, с помощью лабораторного оборудования. В последние годы активно набирает популярность метод биомониторинга. Биомониторинг – это метод экологического мониторинга, при котором используют живые тест-объекты (биоиндикаторы) для оценки состояния окружающей среды и выявления изменения и загрязнения экосистем. По наличию, состоянию и поведению таких тест-объектов можно судить о качестве воды. При этом правильно подобранные живые биомаркеры позволяют снизить затраты на мониторинг [6].

Другими положительными сторонами метода является чувствительность, комплексность и непрерывность. Чувствительность выражается тем, что живые организмы реагируют даже на незначительные изменения в окружающей среде. Комплексность позволяет получить информацию о состоянии экосистемы в целом, учитывая взаимодействия всей экосистемы. Благодаря непрерывности контроль за окружающей средой можно вести регулярно [7].

В качестве объектов для биомониторинга используют бактерии, простейших, водоросли, беспозвоночных, макрофитов и рыб. Из беспозвоночных перспективным объектом биотестирования в последние годы признаны пресноводные моллюски ампулярии. Ампулярия гигантская (*Ampullaria gigas*) – один из самых известных видов пресноводных моллюсков из рода *Ampullaria* (*Pomacea*). Родиной являются водоемы южной части Северной Америки и бассейны рек Амазонка и Ориноко. При этом они могут проживать в широком диапазоне экосистем, в том числе в условиях болотистой местности. Часто ампулярию содержат в аквариумистике в качестве декоративной улитки, раковина которого достигает 10-12 см.

Ампулярия имеет спирально завитую раковину бледно-коричневого цвета, иногда встречаются особи с широкими темными полосами. Общая окраска широко варьируется от светлого до темного оттенков. На задней части ноги расположена темная роговая крышечка, которая способствует закрытию устья. Питание моллюск добывает с помощью радулы – скребкового органа для сбора пищи с поверхности. *Ampullaria gigas* питается растительностью, водорослями, детритом, разлагающейся органики [8].

Моллюск является гермафродитом. Ампулярия откладывает яйца на суше или на растительности вблизи воды, образуя своеобразные «гнезда». Личинки развиваются в воде. *Ampullaria gigas* играет важное значение в пресноводных экосистемах, способствуя очищению воды. Кроме того, они являются пищей для рыб и птиц.

В качестве тест-объектов ампулярию используют, потому что улитка обладает повышенной чувствительностью к изменениям гидрохимического режима воды – кислорода, pH, а также реагирует на присутствующие в воде тяжелые металлы. Такая способность к изменениям среды объясняется высоким метаболизмом, которые не зависят от сезонности [6].

В настоящее время перспективно использовать в качестве естественных биоиндикаторов ампулярий при выявлении содержания тяжелых металлов в воде. Об уровне загрязнения судят по степени сапробности чувствительных к загрязнениям ампулярий. Изменения кардиоритмов у особей позволяет выявить превышение допустимых концентраций хлоридов меди, кадмия, цинка и других металлов, а также пестицидов. Так, ампулярии реагирует при повышении ПДК в 2 раза.

Тестирование проводят по пищевому поведению моллюска, так как в хороших условиях они питаются постоянно. При загрязнении окружающей среды ампулярия либо отказывается от излюбленной пищи, либо полностью прекращает питаться [2]. Кроме того, гистопатологические обследования внутренних органов и тканей позволяют оценить биоиндикацию загрязненных пресных водоемов [3].

Например, Нуралиева Р.С. и Алтуфьева Н.С. в условиях промышленного выращивания провели исследования на ампулярии, при содержании которых учитывали смену воды в аквариумах. Так, при смене 1/6 части воды три раза в неделю происходило накопление аммонийного азота и нитритов в воде и

вследствие этого нарушалось морфофункциональное состояние почек и разрушалась раковина у ряда особей. В тоже время смена ½ части воды три раза в неделю не оказывало негативного воздействия на почки [5]. Похожие результаты были получены и при изучении жабр улиток в аналогичных условиях [4].

Таким образом, ампулярия как естественный биоиндикатор играет важную роль в экологии, позволяя исследователям и экологам отслеживать и оценивать здоровье пресноводных экосистем. Использование моллюсков этого рода в экологических исследованиях способствует более глубокому пониманию воздействия человеческой деятельности на природные ресурсы и биоразнообразие.

Список литературы

1. Валиуллина, А.М. Биоиндикация как метод экологического мониторинга / А.М. Валиуллина. – Научно-практические исследования. – 2020. - №8-2(31). – С. 11–13.

2. Игошина, А.Ю. Экологические исследования городских водных объектов методом биотестирования / А.Ю. Игошина, Л.Н. Лузанова, В.А. Рыкованов // материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых «Современные проблемы и перспективы рационального лесопользования в условиях рынка». Под общей редакцией А.А. Егорова. – 2007. – С. 174–177.

3. Макрушин, А.В. Гистопатологическое обследование беспозвоночных Рыбинского водохранилища / А.В. Макрушин // Материалы Второй Всесоюзной конференции по рыбохозяйственной токсикологии, посвященной 100-летию проблемы качества воды в России. – СПб., 1991. – Т. 2. – С. 56–58.

4. Нуралиева, Р.С. Морфофункциональная характеристика жабр ампулярии *Pomacea bridgesii* в условиях промышленного выращивания / Р.С. Нуралиева, Ю.В. Алтуфьев. – Естественные науки. – 2009. – № 1 (26). – С. 55–61.

5. Нуралиева, Р.С. Морфофункциональная характеристика почек ампулярии *Pomacea bridgesii* в условиях промышленного выращивания / Р.С. Нуралиева, Н.С. Алтуфьева. – Естественные науки. – 2008. – № 2 (23). – С. 76–81.

6. Пономарев, П.В. Биоиндикаторы на страже качества воды / П.В. Пономарев, О.М. Воронцова // VII Всероссийский фестиваль науки, сборник докладов: в 2-х томах. – Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет. – 2017. – С. 278–280.

7. Пушкарь, В.Я. Биотестирование биологически очищенных сточных вод / В.Я. Пушкарь [и др.]. – Экология и промышленность России. – 2006. – № 4. – С. 29–31.

8. Ходус, А.В. Технология разведения, выращивания и использования в качестве биоиндикатора улитки ампулярии / А.В. Ходус // Сборник статей

участников IX Международной научно-практической конференции
«Инновации в технологиях и образовании». – 2017. – С. 91–95.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАНОКОМПОЗИТА ЦИНКА В КОРМЛЕНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

**Килякова Ю.В., канд. биол. наук, доцент,
Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор,
Аринжанов А.Е., канд. с.-х. наук, доцент, Мингазова М.С.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Птицеводство в последнее десятилетие является стремительно растущей отраслью сельского хозяйства Российской Федерации, обеспечивая население качественными продуктами питания животного происхождения [2]. Важнейшая роль в отечественном птицеводстве принадлежит бройлерному направлению. [4]. Бройлеры имеют множество преимуществ: высокая производительность, устойчивость к болезням, эффективность откорма. Высокопродуктивные кроссы цыплят-бройлеров обладают значительным генетическим потенциалом, позволяющим за месяц-полтора выращивания получить живую массу более двух килограммов [3].

Увеличение продуктивности и реализация генетического потенциала бройлеров в полном объеме возможны только при регулярной корректировке условий выращивания, а также сбалансированном кормлении [5]. Все более актуальным в птицеводческих хозяйствах становится использование биологически активных кормовых добавок, оптимизирующих обмен веществ, для профилактики гиповитаминозов, активации иммунных реакций, что, в свою очередь, приводит к повышению продуктивности и рентабельности предприятия [10].

Частицы металлов в наноформе нашли применение в животноводстве при создании кормовых рационов, обогащенных микроэлементами. Благодаря своим ультрамалым размерам такие частицы гораздо быстрее проникают в организм и активнее начинают действовать. Микроэлементы в форме наноконпозита менее токсичны и оказывают влияние на все процессы жизнедеятельности организма, состав микробиома кишечника, иммунитет, повышают антиоксидантную активность, улучшают переваримость питательных веществ рационов [6].

Цель исследования. Оценить эффективность использования и биологическое действие наноконпозита Zn-C на рост и морфологические показатели крови цыплят-бройлеров.

Материалы и методы исследования. Исследования выполнены в условиях кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ФГБУ ВО «Оренбургский государственный университет» и ФГБНУ «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук». Объектами исследования выбраны цыплята-бройлеры кросса «Arbor Acres». В возрасте 14 суток методом пар-аналогов были отобраны 24 штуки

цыплят-бройлеров и распределены на четыре группы в равных количествах (n=6). Продолжительность исследования включала подготовительный (7–13-суточного возраста) и основной учётный (14–42 суточного возраста) периоды.

В течение всего периода эксперимента кормление бройлеров опытных и контрольной групп осуществлялось согласно рекомендациям ВНИТИП в соответствии с возрастом [7]. Цыплята до 25 суток получали ростовой рацион ПК-5 и с 26 по 42 сутки – финишный рацион ПК-6. Комбикорм ПК-5 и ПК-6 произведен ЗАО «Птицефабрика Оренбургская», г. Оренбург, Россия.

Во время подготовительного периода все цыплята-бройлеры потребляли основной рацион (ОР). Начиная с 14-суточного возраста цыплятам, в ОР, включавший стартовый и ростовой рационы, дополнительно вносили наноконпозиты в различных дозировках. Схема эксперимента представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема эксперимента

Группа	Период исследования	
	Подготовительный (7–13-суточный возраст цыплят)	Основной (14–42-суточный возраст цыплят)
Контроль	ОР (основной рацион)	ОР
I опытная		ОР + Zn (0,2) ppm
II опытная		ОР + Zn (0,4) ppm
III опытная		ОР + Zn (0,8) ppm

Примечание: Zn – наноконпозит Zn-C в дозировках 0,2, 0,4, 0,8 ppm.

Дозировка рассчитана с учётом информации от производителя и проводимых ранее исследований [3-6, 10].

Наноконпозит Zn-C (40-60 нм) представляет собой углеродную матрицу с наночастицами цинка. Наноконпозит получен плазменно-дуговой технологией синтеза на углеродной матрице в Институте Теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения РАН. Способ синтеза включает распыление в плазме электрического дугового разряда постоянного тока в атмосфере инертного газа композитного электрода в виде графитового стержня с просверленной полостью, в которую запрессована смесь порошков металла и углерода в виде графита.

В процессе исследования еженедельно проводили оценку роста и развития цыплят-бройлеров путём индивидуального взвешивания утром до кормления. Отбор крови осуществляли в последний день эксперимента из подкрыльцовой вены [1]. Исследования морфологических показателей крови выполнены на ветеринарном автоматическом гематологическом анализаторе DF50 Vet.

Статистический анализ был выполнен с помощью программы «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США). Достоверность различий определяли по t-критерию Стьюдента, при котором статистически значимым считались

значения с $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ и $P \leq 0,001$. Данные представлены в виде $M \pm m$, где M – среднее арифметическое значение, m – ошибка средней арифметической величины.

Результаты исследования. Важными показателями при учете мясной продуктивности птицы является динамика роста и убойный выход. Чем выше эти показатели, тем выше мясная продуктивность птицы [11]. Бройлеры отличаются значительной скороспелостью. Этот показатель критически важен для многих птицеводов, поскольку напрямую влияет на сроки производства, затраты на корм и общую рентабельность бизнеса [9]. Анализируя данные по динамике роста подопытных бройлеров установлено, что добавление Zn в минимальной дозировке (0,2 ppm) отличалось более высокой интенсивностью роста во время кормления – на 5,4 % выше массы птицы контрольной группы. Превосходство живой массы I группы относительно контроля началось на четвертой неделе эксперимента. На первых этапах эксперимента организм птиц может адаптироваться к новым условиям, и лишь после некоторого времени начинают проявляться положительные эффекты от вмешательства. Это может быть связано с улучшением усвоения питательных веществ или изменениями в обмене веществ, активацией защитных механизмов. Увеличение дозировок нанокompозита Zn в составе рациона (II и III опытные группы) не оказало ростостимулирующего действия (рисунок 1).

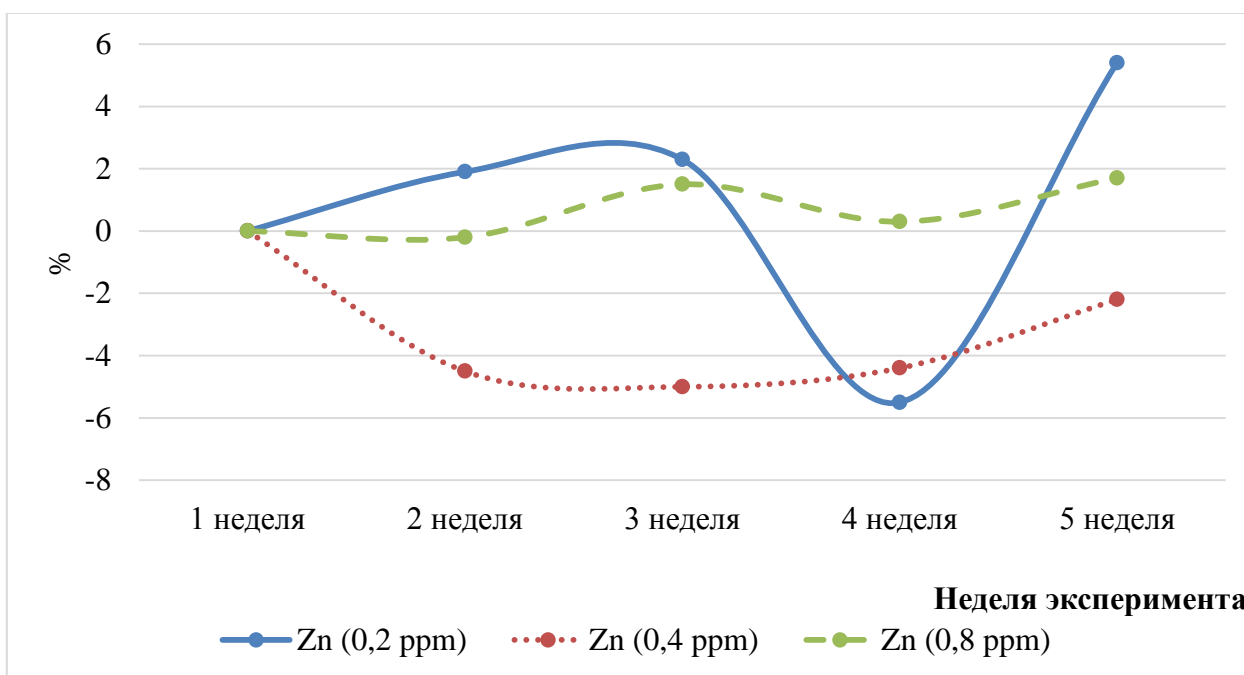


Рисунок 1 – Разница живой массы птицы с нанокompозитами Zn по сравнению с контролем, %

Оценка гематологических показателей цыплят-бройлеров является важной частью исследования безопасности кормовых добавок. Морфологические показатели, такие как количество эритроцитов, уровень

гемоглобина и гематокрит, помогают оценить состояние кислородного обмена и общую физиологическую стабильность организма животных [2, 5]. Морфологические показатели цыплят-бройлеров кросса «Arbor Acres» представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Морфологические показатели цыплят-бройлеров кросса «Arbor Acres»

Показатели	Группа			
	К	І	ІІ	ІІІ
WBC 10 ⁹ /l	40,15±3,46	41,6±6,51	42,02±2,26	41,51±4,5
Neu %	35,33±3,12	40,23±3,9	44,97±8,23	38,93±8,14
Lym %	52,87±7,89	50,07±4,2	48,03±9,48	53,43±10,98
Mon %	6,27±5,47	0,73±0,23	0,43±0,15	0,73±0,43
Eos %	5,13±0,78	8,83±0,29*	6,03±1,26	6,67±2,51
Bas %	0,4±0,15	0,13±0,03	0,53±0,12	0,23±0,07
Neu 10 ⁹ /l	13,97±0,75	16,63±3,03	19±3,86	16,48±4,29
Lym 10 ⁹ /l	21,63±4,56	20,87±3,7	20±3,55	21,73±3,64
Mon 10 ⁹ /l	2,18±1,84	0,27±0,06	0,18±0,06	0,3±0,16
Eos 10 ⁹ /l	2,11±0,49	3,66±0,57	2,53±0,5	2,84±1,08
Bas 10 ⁹ /l	0,16±0,06	0,05±0,01	0,22±0,04	0,09±0,03
RBC 10 ¹² /l	2,13±0,06	1,99±0,18	1,98±0,05	2,08±0,14
HGB g/l	125,33±5,36	122±10,12	123,33±2,73	125,33±4,33
HCT %	26,7±1,01	24,23±2,14	24,13±0,72	25,93±1,14
MCV fl	125,2±1,43	121,8±0,61	121,77±0,91	125±3,58
MCH pg	58,67±0,96	61,5±0,9	62,33±0,2*	60,53±3,35
MCHC g/l	133,45±132,4	505±4,93	512±3,61	483,67±12,68
RDW-CV %	9,4±0,06	8,93±0,19	8,8±0,12*	8,97±0,29
RDW-SD fl	47,7±0,65	45,1±0,76	44,1±0,36*	46,03±2,26
PLT 10 ⁹ /l	0,67±0,33	1,33±0,67	1,67±0,33	0,33±0,33

Примечание: * - P≤0,05; ** - P≤0,01; *** - P≤0,001

При использовании нанокompозита цинка в проведенных исследованиях в рационе цыплят-бройлеров происходило изменение всех гематологических показателей. Так, количество лейкоцитов во всех опытных группах было несколько выше физиологической нормы и выше контроля на 3,61 %, 4,66 %, 3,39 % соответственно, что может свидетельствовать об активации неспецифической защиты организма и реализации противомикробных и антитоксических иммунных реакций [3].

В лейкоцитарной формуле цыплят опытных групп отмечалось заметное увеличение количества лимфоцитов, нейтрофилов и эозинофилов. Вероятно, этот эффект обусловлен иммуномодулирующим воздействием нанокompозита цинка [4]. Процентное соотношение и количество моноцитов было ниже контроля во всех опытных группах, а процентное соотношение базофилов и количество базофилов – выше контроля только во II группе на 32,5 % и 37,5 %.

Стимуляция иммунологических реакций, а также отсутствие воспалительных процессов в организме цыплят подтверждается лейкоцитарной формулой [2].

Включение в рацион нанокompозита цинка сопровождалось снижением количества эритроцитов и гемоглобина. Количество эритроцитов оказалось ниже контроля во всех опытных группах на 6,57 %, 7,04 %, 2,35 %, а гемоглобина - на 2,66 %, 1,6 % в I и II группах, оставаясь при этом в пределах нормы. Снижение уровня гематокрита относительно контрольных значений в крови бройлеров всех опытных групп свидетельствует об отсутствии анемии у цыплят-бройлеров. Средний объем эритроцита, степень отклонения размера эритроцитов от нормального, разница между самым большим и самым маленьким эритроцитами не имели достоверных отличий от контроля и находились в пределах физиологической нормы во всех опытных группах [5].

Полученные в результате исследования данные указывают на положительные изменения среднего содержания и средней концентрации гемоглобина в эритроците у цыплят-бройлеров, получавших кормовую добавку. Эти показатели были выше во всех группах относительно контроля (на 4,82 %, 6,24 % и 3,17 % и на 278,42 %, 283,66 % и 262,44 % соответственно). Такие значения говорят о развитии компенсаторных механизмов, направленных на улучшение кислородной емкости крови, что важно для интенсивно растущих животных, таких как бройлеры. Отсутствие патологических нарушений кровообращения также поддерживает вывод о том, что добавка безопасна для применения и может быть полезной для повышения продуктивности птицы [6]. Тромбоциты в I и II группах были выше контроля на 98,51 % и 149,25 %. Повышенное количество тромбоцитов указывает на активизацию иммунной системы, так как тромбоциты играют важную роль в воспалительных реакциях и защите организма от инфекций. Они участвуют в гемостазе и способны реагировать на повреждения сосудов, что может быть особенно важно для поддержки здоровья птиц, подвергающихся стрессам или потенциальным патогенам [8].

Несмотря на снижение количества эритроцитов в крови цыплят-бройлеров всех опытных групп, степень насыщения их гемоглобином находилась на высоком уровне. Следовательно, процессы дыхания и насыщения тканей и органов кислородом проходили активно [9].

Заключение. Включение более низких концентраций нанокompозита цинка в нашем исследовании способствовало большей биодоступности цинка и лучшему ростостимулирующему эффекту. В наноформе интенсивность высвобождения металлов ниже в сравнении с ионными формами, что даёт основание рассматривать нанокompозиты металлов более выгодной альтернативой минеральным солям [10].

Применение нанокompозита цинка в рационе цыплят-бройлеров демонстрировало положительное влияние на гематологические показатели, что связано с множеством факторов, способствующих улучшению здоровья и продуктивности этих птиц. Зафиксировано увеличение количества нейтрофилов, эозинофилов и лимфоцитов, увеличение содержания и

концентрации гемоглобина в эритроцитах. Улучшение этих показателей говорит о позитивном влиянии добавления данного компонента в рацион птиц, что может привести к улучшению их роста, здоровья и продуктивности.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (соглашение № 075-15-2024-550).

Список литературы

1. Вертипрахов, В.Г. и др. Морфо-биохимические исследования крови у сельскохозяйственной птицы: учеб. пособие / В.Г. Вертипрахов и др. - Дальневосточный государственный аграрный университет, Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства РАН. Благовещенск: Дальневосточный ГАУ, - 2021. – 134 с.

2. Дмитриев, Н.О. Морфобиохимические показатели крови цыплят-бройлеров при применении добавки «Reasil® Humic Health» / Н.О. Дмитриев, В.В. Салаутин, Н.А. Пудовкин, Е.Ю. Терентьева // Аграрный научный журнал. – 2023. - №1. – С. 77-80. DOI: 10.28983/asj.y2023i1pp77-80

3. Курилкина, М.Я. Влияние препаратов высокодисперсных металлов на морфологические и биохимические показатели цыплят-бройлеров / М.Я. Курилкина и др. // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. - №3. – С. 93-99. EDN: [YLJONF](#)

4. Мусабаева, Л.Л. Морфобиохимические показатели крови цыплят-бройлеров при применении кремнийсодержащей кормовой добавки / Л.Л. Мусабаева, Е.А. Сизова, Я.В. Лутковская, А.П. Иванищева // Животноводство и кормопроизводство. – 2022. - Т.105. - №2. – С. 95-106. DOI: 10.33284/2658-3135-105-2-95

5. Нечитайло, К.С. Влияние фитобиотического экстракта в сочетании с ферментной добавкой и ультрадисперсными частицами цинка на морфобиохимические показатели цыплят-бройлеров / К.С. Нечитайло, Е.А. Сизова, В.С. Полякова, А.С. Мустафина, И.В. Маркова // Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106. - №4. – С. 121-134. DOI: 10.33284/2658-3135-106-4-121

6. Севостьянова, О.И. Влияние кормовых добавок на основе различных форм цинка на эффективность птицеводства / О.И. Севостьянова, В.Н. Шахова, И.В. Киреев, Е.С. Кастарнова // Ветеринария и кормление. – 2024. - №3. – С. 105-108. DOI: 10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2024-3-20

7. Фисинин, В.И. Научные основы кормления сельскохозяйственной птицы: 2-е издание, переработанное и дополненное / В.И. Фисин, И.А. Егоров, Т.М. Околелова, Ш.А. Имангулов. - Сергиев: Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, 2011. – 352 с.

8. Abang, F.B.P. Productive performance and hematological indices of broiler chicks fed biodegraded cassava root / F.B.P. Abang, K.U. Anoh, E.D. Izuki, E.E. Nsa, N. Ijoko // Online J Anim Feed Res. – 2023. - Vol. 13(4). – Pp. - 274-278. DOI: [10.51227/ojafr.2023.41](#)

9. Basit, M.A. Effect of inclusion of different doses of *Persicariaodorata* leaf meal (POLM) in broiler chicken feed on biochemical and haematological blood indicators and liver histomorphological changes / M.A. Basit et al. // *Animals*. – 2020. - Vol. 10(7). – Pp. -1209. DOI: [10.3390/ani10071209](https://doi.org/10.3390/ani10071209)
10. Hidayat, C. Effect of zinc addition on the immune response and production performance of broilers: a meta-analysis / C. Hidayat, A. Jayanegara, E. Wina // *Asian-Australas J Anim Sci*. – 2020. – Vol. 33. - №3. – Pp. - 465- 479. DOI: [10.5713/ajas.19.0146](https://doi.org/10.5713/ajas.19.0146)
11. Ryazanov, V. Rumen fermentation, methane concentration, and blood metabolites of cattle receiving dieteticalphytobiotic and cobalt (II) chloride / V. Ryazanov, G. Duskaev, E. Sheida, B. Nurzhanov, M. Kurilkina // *Veterinary World*. – 2022. - Vol. 15(11). – Pp. - 2551-2557. DOI: [10.14202/vetworld.2022.2551-2557](https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.2551-2557)

КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МЯСА ПТИЦЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБВАЛКИ, ФОРМИРУЕМЫЕ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ХРАНЕНИИ

**Клычкова М.В., канд. биол. наук, доцент,
Кичко Ю.С., канд. биол. наук, доцент,
Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Развитие современной пищевой промышленности - актуальная задача для государства, ведь от обеспечения населения качественными, питательными продуктами зависит его здоровье. Особое место в балансе мясных продуктов занимает мясо птицы, производство которого экономически более выгодно, чем других видов мяса.

На протяжении многих лет недостатком глубокой переработки мяса была обвалка, что ограничивало ее промышленное использование. В последние годы эта проблема была решена, и обвалка стала мировой практикой для предпринимателей и одной из основных задач птице- и мясоперерабатывающих предприятий [1].

Тема исследования, направленная на оценку физико-химических, органолептических и микробиологических показателей мяса птицы механической обвалки при длительном хранении, является актуальной и важной [3].

Для выполнения работы была поставлена цель, реализация которой возможна при решении следующих задач:

- определение оптимальных сроков и условий хранения опытных образцов мяса птицы механической обвалки;
- провести исследования и дать сравнительную оценку органолептических, физико-химических и микробиологических показателей мяса птицы механической обвалки после 30 (образец № 1), 60 (образец № 2), 90 (образец № 3), 120 (образец № 4) и 150 (образец № 5) дней хранения при температуре - 18 °С;
- сделать выводы и дать практические рекомендации.

Процесс механической обвалки основан на применении внешнего давления для разрушения связей, соединяющих костную, мышечную, соединительную и жировую ткани. При механической обвалки мяса птицы получают: мясную массу и костный остаток [4].

Для выработки мяса механической обвалки должны применять:

- тушки кур, цыплят-бройлеров и их части, тушки цыплят;
- тушки индеек, индюшат потрошенные, а также не соответствующие по упитанности качеству обработки требованиям второго сорта;
- каркасы, спинно-лопаточные и пояснично-крестцовые части.
- шеи без кожи.

Органолептическое исследование проводилось на опытных образцах мяса птицы механической обвалки (таблица 1).

Таблица 1 - Оценка органолептических показателей исследуемых образцов

Продукт	Оценка продукта по 5-балльной системе				
	внешний вид	цвет	запах	бульон	общая оценка
Образец № 1	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Образец № 2	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Образец № 3	5,00	5,00	5,00	4,95	4,98
Образец № 4	4,8	4,8	4,75	4,5	4,71
Образец № 5	4,2	4	4	3,9	4,00

Органолептические показатели являются важным инструментом для оценки качества пищевых продуктов, включая мясо птицы. Они позволяют определить внешний вид, цвет, запах и вкус продукта. В данной статье мы рассмотрим изменение органолептических показателей мяса птицы механической обвалки в процессе длительного хранения при температуре -18 °С.

Из представленных данных видно, что мясо птицы после 30 дней хранения (образец № 1) имеет максимальные оценки во всех категориях: внешний вид, цвет, запах и бульон после варки. Это говорит о том, что продукт выглядит свежим и с аппетитным внешним видом, имеет приятный цвет и запах.

Однако, с увеличением времени хранения, мы наблюдаем некоторое ухудшение органолептических показателей. После 60 дней хранения (образец № 2) все оценки остаются на максимальном уровне, однако далее, после 90, 120 и 150 дней хранения (образцы № 3, № 4 и № 5), мы видим небольшое снижение баллов в оценке всех показателей.

Снижение оценок может указывать на потенциальное ухудшение качества мяса птицы. Например, внешний вид становится менее привлекательным, цвет может изменяться, запах может быть менее выраженным, а бульон после варки может иметь некоторые изменения во вкусе.

Однако, следует отметить, что после 90 дней хранения мясо птицы механической обвалки все еще имеет достаточно высокие органолептические оценки. Это свидетельствует о том, что продукт по-прежнему является пригодным для употребления и вполне может быть использован в пищевой промышленности.

Однако, при продолжительном хранении мясо птицы может потерять свои органолептические качества и превратиться в менее привлекательный продукт. Поэтому, для обеспечения высокого качества мяса птицы, рекомендуется соблюдать правильные условия хранения, такие как низкая температура (-18 °С) и оптимальная продолжительность хранения.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наивысшую общую оценку имел образец № 1 (5 баллов), а наименьшую образец № 5 (4 балла), его оценка уступает лучшему на 20 % и обладает наименее желательными характеристиками.

Однако, следует отметить, что после 90 дней хранения мясо птицы механической обвалки (образец № 3) все еще имеет достаточно высокие органолептические оценки и является самым оптимальным среди последних образцов. Это свидетельствует о том, что продукт по-прежнему является пригодным для употребления и вполне может быть использован в пищевой промышленности.

Таким образом, мясо птицы механической обвалки при температуре -18 °С имеет ограниченный срок хранения и рекомендуется хранить его не более 90 дней.

Эти данные могут использоваться для сравнения качества продуктов и выбора наилучшего образца с точки зрения оцениваемых характеристик.

В ходе проведенных исследований по сравнительному анализу мяса птицы механической обвалки были исследованы опытные образцы по физико-химическим показателям (таблица 2).

Таблица 8 - Физико-химические показатели опытных образцов

Физико-химические показатели	Ед. изм.	Результаты испытаний				
		образец № 1	образец № 2	образец № 3	образец № 4	образец № 5
Массовая доля влаги	%	70	65	62	60	60
Массовая доля жира	%	17	17	17	16	16
Массовая доля белка	%	16	16	16	15	15
Перекисное число	% йода	0,15	0,17	0,19	0,22	0,26
Кислотное число	мг КОН/г	2,5	2,6	2,8	3,15	3,6

Из представленных данных видно, что с увеличением времени хранения мяса птицы механической обвалки, уменьшается массовая доля жира, белка и влаги. При этом перекисное число и кислотное число увеличиваются.

Можно заметить, что массовая доля влаги уменьшилась с 70 % (образец № 1) до 60 % (образцы № 4 и № 5). Это может быть связано с естественной потерей воды в процессе длительного хранения.

Массовая доля жира и белка остается примерно постоянной на протяжении всех сроков хранения.

Жиры, содержащиеся в мясе птицы, в отличие от белков, являются более подверженными окислительным процессам. Окислительные реакции могут приводить к прогорканию жиров и изменению их органолептических характеристик. Однако, при низкой температуре хранения (-18 °С), скорость окисления жиров замедляется, что позволяет сохранить их стабильность на протяжении длительного периода [5].

С другой стороны, белки более устойчивы к окислительным и гидролитическим процессам. Они имеют более стабильную структуру, что делает их менее склонными к разрушению при хранении. При низкой температуре

жидкость в мясе замедляет и связанную с влагой активность ферментов, что помогает сохранить стабильность массовой доли белка.

Таким образом, комбинация низкой температуры хранения и использования метода механической обвалки позволяет сохранить стабильность массовой доли жира и белка в мясе птицы в течение длительного периода

Перекисное число увеличилось на 73 %, с 0,15 % йода (образец № 1) до 0,26 % йода (образец № 5). Перекисное число может служить индикатором степени окисления жиров и может указывать на ухудшение качества мяса в процессе длительного хранения.

Кислотное число также увеличивается в процессе хранения мяса птицы механической обвалки на 44 %. Оно увеличивается с 2,5 мг КОН/г (образец № 1) до 3,6 мг КОН/г (образец № 5). Кислотное число может свидетельствовать о гидролитических процессах и ухудшении качества мяса.

В целом, эти данные указывают на процессы окисления и гидролиза жиров, которые происходят в процессе длительного хранения мяса птицы механической обвалки при низких температурах [2].

Дополнительно, можно отметить, что увеличение перекисного числа и кислотного числа указывает на образование свободных радикалов и летучих жирных кислот, которые могут вызывать окислительные повреждения в мясе. Это может привести к ухудшению вкуса, запаха и текстуры продукта, а также уменьшению его пищевой ценности.

Окислительные процессы также могут привести к образованию потенциально вредных соединений, таких как свободные радикалы и продукты перекисного окисления. Эти вещества могут быть связаны с различными патологическими состояниями, поэтому контроль окислительных процессов и перекисного числа является важным аспектом для обеспечения безопасности и качества продуктов питания.

Оценка физико-химических показателей помогает определить степень сохранности и качества продукта в процессе хранения. Она может быть полезна для принятия решений о допустимости использования мяса птицы механической обвалки для производства пищевых продуктов.

Однако следует учесть, что оценка физико-химических показателей является только одной стороной оценки качества продукта. Для полной оценки помимо органолептических и физико-химических параметров следует также учитывать микробиологическую безопасность.

Исходя из представленных данных, можно сделать вывод, что образец № 5 с хранением в течение 150 дней имеет наименее желательные характеристики и можно считать худшим образцом.

Лучшим образцом можно считать образец № 3, со сроком хранения в течение 90 дней, поскольку он имеет массовую долю жира и белка, соответствующую нормативной документации, а также относительно низкие значения перекисного и кислотного чисел.

Все эти изменения свидетельствуют о постепенном ухудшении качества мяса птицы механической обвалки при длительном хранении при температуре

-18 °С. Чем дольше продолжается хранение, тем больше происходит этих изменений и тем менее свежим и качественным становится мясо птицы механической обвалки. Рекомендуется соблюдать рекомендуемые сроки хранения для сохранения оптимального качества мяса.

При хранении мяса птицы механической обвалки при температуре -18 °С, количество микроорганизмов будет зависеть от условий хранения и качества исходного продукта. Хранение при такой низкой температуре способствует значительному снижению и замедлению роста бактерий.

Важно помнить, что хранение мяса птицы механической обвалки при -18 °С в течение длительного периода может привести к потере качества и вкусовых характеристик продукта.

Исследование микробиологических показателей говорит о том, что во всех образцах они аналогичны и соответствуют нормам. Хранение мяса птицы механической обвалки при низкой температуре -18 °С способствует значительному снижению и замедлению роста бактерий.

На основании полученных данных, можно сделать вывод, что образец № 3 сохранил качественные показатели на протяжении всего срока хранения, поэтому рекомендуем хранить мясо птицы механической обвалки при температуре – 18 °С не более 90 дней.

Список литературы

1. Гоноцкий, В.А. Мясо птицы механической обвалки. / Под общ.ред. А.Д. Давлеева. [Текст] - М.: Альфа-Дизайн. - 2004. – 200 с.
2. Донскова, Л. А. Жирнокислотный состав липидов как показатель функционального назначения продуктов из мяса птицы: теоретические и практические аспекты / Л. А. Донскова, Н. М. Беляев, Н. В. Лейберова // Foodindustry. – 2018. – Т. 3. – № 1. – С. 4–10.
3. Клычкова, М. В. Актуальность использования мяса механической обвалки в птицеперерабатывающей промышленности [Электронный ресурс] / М. В. Клычкова, Х. К. Канбаева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), Оренбург, 26-27 янв. 2022 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред. А. В. Пыхтин. - Оренбург : ОГУ, 2022. - . - С. 3486-3489. . - 4 с.
4. Мирошникова, Е. П. Технология переработки птицы [Электронный ресурс] : учебное пособие для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения / Е. П. Мирошникова, М. В. Клычкова, Ю. С. Кичко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ. - 2018. - ISBN 978-5-7410-2133-0. - 174 с.
5. Рогов, И. А. Химия пищи / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Н. И. Дунченко. – М. : Колосс, 2007. – 853 с.

ОСОБЕННОСТИ ИЗОТОНИЧЕСКИХ НАПИТКОВ НА МОЛОЧНОЙ ОСНОВЕ

Конопелько П.А.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время наряду с продуктами массового потребления, все больше внимания уделяется продуктам специализированного назначения, то есть продуктам с заданными потребительскими свойствами, предназначенными для различных категорий населения (детей, беременных женщин, пожилых людей, спортсменов и других групп населения).

Спортивное питание, как самостоятельное направление развития нутрициологии, сформировалось относительно недавно. Развитие данного направления обусловлено социальной политикой государства, направленной на укрепление здоровья нации, в том числе за счет развития физической культуры и спорта и пропаганды здорового образа жизни.

При усиленной нагрузке организм спортсмена теряет значительное количество жидкости и солей. При недостаточном поступлении воды концентрация растворенных в плазме веществ возрастает, а это, в свою очередь, отрицательно сказывается на течении процессов, связанных с кровообращением. Увеличение вязкости крови приводит к перегрузке сердечно-сосудистой системы и ухудшению процесса газообмена в капиллярах. Отток воды из клеток мешает нормальному протеканию в них различных биохимических реакций. Потеря даже 2–3 % от нормального количества воды резко снижает работоспособность человека. Кроме того, интенсивное потоотделение влечет за собой нарушение баланса электролитов в организме.

Испытывая тяжелые и длительные физические нагрузки, спортсмены тратят большое количество энергии, которое затем необходимо восполнить для нормальной жизнедеятельности организма. Интенсивное потоотделение и оксидативный стресс приводят к резкому снижению работоспособности, регидратации, потере солей и образованию большого количества свободных радикалов, что может негативно сказаться на здоровье спортсменов.

Для предупреждения возникновения нарушений водно-солевого баланса, болезненных ситуаций и стресса организма в рацион питания спортсменов необходимо добавление функциональных ингредиентов.

Одним из перспективных направлений в данной области является разработка специализированных напитков для спортсменов. Все напитки можно разделить на три группы: гипотонические, осмотическое давление которых меньше, чем у плазмы крови; изотонические, с давлением, равным плазме; гипертонические, чье осмотическое давление превышает это значение. Все большую популярность приобретают изотонические напитки.

Специализированные и функциональные продукты питания получают, обогащая традиционные продукты питания отдельными компонентами или их композициями. При конструировании рецептур новых спортивных напитков компоненты подбираются с учетом способности этих ингредиентов повышать уровень адаптации организма к экстремальным физическим нагрузкам, компенсировать затраты энергии и поддерживать водный баланс организма спортсмена. На первом этапе работы проводили научно обоснованный выбор сырья путем анализа информации о его составе и физиологическом действии компонентов сырья на организм человека.

Изотонические напитки, осмотическое давление которых равно осмотическому давлению плазмы крови, способны поддерживать оптимальный баланс жидкости в организме и возмещать потерю электролитов. Они играют огромную роль в поддержании и стабилизации важных биохимических и физиологических процессов человеческого организма.

Изотоники состоят из солей (калий, магний, натрий, хлор), моносахаридов (глюкоза, декстроза, мальтоза, рибоза) и витаминов (аскорбиновая кислота, креатин). Главной задачей изотонического напитка является обеспечение равномерного снабжения организма жидкостью. Лучший природный изотоник – кокосовое молоко, однако исследования показали, что оно не имеет преимуществ перед спортивными изотониками.

Одной из труднопреодолимых проблем для молочной промышленности является недостаточно эффективное использование отходов производства, вторичных продуктов переработки молочного сырья, в частности, сыворотки. Так, ежегодно при производстве творожной массы образуется порядка четырёх миллионов тонн молочной сыворотки. Поскольку большинство предприятий не способны освоить такие объемы вторичного сырья, огромное количество сыворотки безвозвратно утилизируется.

Сыворотка является ценным продуктом за счет присутствия в составе множества полезных компонентов: полноценный белок, минеральные вещества, микро- и макронутриенты, то есть обладает рядом свойств, которые могут оказывать благоприятное влияние на организм человека. Кроме того, утилизируя сыворотку в больших объемах, предприятия теряют потенциальную прибыль, которая могла бы быть получена в результате использования переработанного продукта в различных целях.

Поскольку сыворотка – продукт, богатый полезными нутриентами, в том числе полноценным белком, ее применение в качестве фортификата пищевых систем позволит компенсировать потребительскую ценность продуктов питания. В этом направлении перспективными продуктами могут быть изотонические напитки на основе сыворотки, а также изотонические напитки с добавлением концентратов и изолятов белка из сыворотки [3]. Спрос на такого рода продукцию имеет положительную динамику за счет спортсменов, людей, ведущих активный образ жизни, а также людей, придерживающихся идеи здорового питания.

На рынке спортивного питания можно найти сывороточный протеин нескольких видов – изолят, концентрат, гидролизат. Все три продукта содержат молочную сыворотку, но последние два производятся из первого с помощью дополнительной обработки. Ее цель – увеличение концентрации белка.

Сывороточный протеин производят из молочной сыворотки, оставшейся после процеживания молока через специальный фильтр. Сначала ее высушивают, получая чистый концентрат. В его состав входят жиры, лактоза, сывороточный белок (30–80 % от массы продукта). В этом белке во взвешенном состоянии присутствуют пептиды с высокой биологической ценностью – иммуноглобулины, лактальбумин, лактоглобулин, другие.

Изолят является продуктом, полученным из сывороточного концентрата путем последующей обработки. В результате он очищается, а содержащиеся в нем пептиды утрачивают активность и пользу. При денатурации белки разрушаются и распадаются на более мелкие цепочки. В защиту такой продукции стоит сказать, что аминокислотная последовательность при этом совершенно не меняется. Протеин все так же способствует наращиванию мышечной массы.

Сывороточный изолят имеет богатый аминокислотный состав, быстро усваивается и насыщает организм биологически активными веществами. Он действует в нескольких направлениях:

- набор мышечной массы;
- похудение и контроль веса;
- укрепление иммунитета;
- восполнение дефицитов.

Таким образом, сывороточный изолят – наиболее качественно очищенный протеин, который легко усваивается и насыщает организм полезными аминокислотами.

Для придания вкуса изотоническим напиткам, а также в качестве подсластителя можно использовать кленовый сироп, который кроме приятных органолептических свойств обладает весьма ценным химическим составом.

Кленовый сироп – сладкий сироп из сока дерева сахарного клёна, красного клёна, чёрного клёна, остролистного клёна, ясенелистного клёна или любого другого вида клёна.

Основным ингредиентом в кленовом сиропе является кленовый сок, содержащий сахарозу и воду, а также глюкозу и фруктозу, большое количество летучих органических соединений, в том числе ванилин, ацетоин и пропаналь. На данный момент точно неизвестно, какие соединения создают характерный вкус кленового сиропа, однако запах создают преимущественно фураноны и мальтол. При исследовании состава кленового сиропа также было обнаружено новое органическое соединение – квебекол, получившее название по провинции Квебек.

Гликемический индекс сахара – 65, а сиропа – 54, поэтому он не провоцирует столь резкий скачок сахара в кровь. Натуральный сироп богат 24 антиоксидантами – фенольными соединениями, нейтрализующими воздействие свободных радикалов. Они предотвращают развитие серьезных заболеваний и

остаются на страже здоровья. К ним относятся: катехин, эпикатехин, рутин, кверцетин, бензойная, галловая и коричная кислоты.

Таким образом, используя перечисленные ингредиенты можно получить высококачественный и полезный напиток, который будет восполнять потребности спортсменов в БАВ.

Список литературы

1. Баскова А.Р. Питьевой режим при спортивных тренировках / А.Р. Баскова, И.С. Полянская // Современная наука: актуальные вопросы, достижения и инновации. – 2019. – С. 16–24.

2. Берестова, А.В. Использование концентратов для производства безалкогольных напитков специализированного назначения / А.В. Берестова, Н.Е. Хлоповских // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : сб. материалов Всерос. науч.-метод. конф., Оренбург, 26-27 янв. 2023 г. / Оренбург. гос. ун-т. - Оренбург : ОГУ, - 2023. - С. 3413-3417.

3. Дуанбекова Г.Б. Спортивные напитки как незаменимый компонент поддержания физической работоспособности организма спортсменов / Г.Б. Дуанбекова, Т.А. Киспаев, Ж.Б. Абишев, Ж.М. Ермембетов, К.С. Мускунов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 12–7. – С. 40–44.

4. Краснова И.С. Изотонический напиток для регидратации при высоких физических нагрузках / И.С. Краснова, Э.С. Токаев // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011. – № 2–3 (320–321). – С. 59–61.

5. Сывороточный протеин: виды, польза для набора мышечной массы и похудения, вред. // [Электронный ресурс]. – 2021. – Режим доступа: <https://promusculus.ru/syvorotochnyj-protein-sportivnoe-pitanie/>

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЫКВЕННОГО ПЮРЕ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КЕКСА

**Крылова А.С., Дусаева Х.Б. канд. с-х. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Кондитерские мучные изделия испокон веков занимают важное место в пищевой культуре всех народов мира. С ростом осведомленности о здоровом питании, внимание потребителей переместилось от одних лишь вкусовых качеств к более глубокому пониманию состава и полезных свойств кондитерских изделий. Современный покупатель внимательно изучает этикетку, обращая внимание на содержание сахара, жиров, наличие консервантов, красителей и других добавок. Все больше людей стремятся к балансу в питании, ища альтернативы традиционным высококалорийным лакомствам. Этому способствуют и развитие технологий, позволяющих создавать более полезные аналоги любимых блюд: например, использование цельнозерновой муки, натуральных подсластителей, снижение содержания жира за счет замены на более полезные виды масел. Растет популярность веганских и безглютеновых кондитерских изделий, что отвечает требованиям людей с особыми диетическими ограничениями. Качество продукции зависит от соблюдения технологии производства и использования сертифицированных ингредиентов. Поэтому выбор производителя играет не маловажную роль в обеспечении безопасности и качества продукции. Активное развитие рынка био-продуктов также влияет на стремление производителей предлагать более здоровые варианты традиционных кондитерских изделий, используя органические ингредиенты.

Тыва — перспективное растительное сырье при приготовлении кексов, несмотря на то, что на 90 % состоит из воды, она богата витаминами, минеральными веществами, содержит белки, клетчатку, пищевые волокна. Кроме того, при использовании сортов тыквы, распространенных в Оренбургской области, можно частично или полностью заменить ими содержание сахара в кулинарных изделиях, например, при приготовлении кексов.

В состав кексов добавляли муку пшеничную, сахар-песок, сливочное масло, яйца, тыквенное пюре, ванилин, соль, соду, воду.

На кафедре пищевой биотехнологии проведены исследования включения пюре из тыквы при приготовлении кексов, калорийность кексов была снижена уменьшением количества сахара.

Проведены исследования по определению органолептических, физико-химических показателей качества кексов с применением местного сырья.

В таблице 1 представлены показатели качества пюре из тыквы.

Таблица 1 – Показатели качества пюре из тыквы

Показатель	Результат
Цвет	Соответственный сырью
Консистенция	Однородная
Вкус и запах	В меру сладкий
Массовая доля растворимых сухих веществ, %, не менее	5,0
Кислотность, град	0,86

Анализ результатов показал, что по внешнему виду приготовленные кексы были круглой формы, консистенция приготовленных кексов – мякиш пористый, цвет – желто-оранжевый, вкус кексов – сладкий, тыквенный, с приятным запахом, характерный тыкве.

В таблице 2 представлены физико-химические показатели анализируемого кекса.

Таблица 2 – Физико-химические показатели кекса

Наименование показателя	Значение показателя
Массовая доля жира, %	17,3
Массовая доля общего сахара, %	15,8
Массовая доля влаги, %	19,5
Щелочность, град., не более	1,1
Массовая доля золы, %, не более	0,09
Плотность, г/см ³ , не более	0,48

При проведении опытов был сделан вывод, что с увеличением добавленного тыквенного пюре, увеличивалась массовая доля влаги готового изделия.

Это объясняется тем, что белки и пищевые волокна, содержащиеся в тыкве, обладают способностью к связыванию и удерживанию воды.

Следует также отметить, что мякиш готового кондитерского мучного изделия становится более нежным и плотность самого продукта незначительно увеличивается. При включении тыквенного пюре в составе кексов, массовая доля общего сахара снижается, это объясняется тем, что при разработке рецептуры данного кондитерского изделия количество вносимого сахара было уменьшено.

Массовая доля золы, наоборот, увеличилась, мы объясняем это тем, что в тыкве содержится большое количество минеральных веществ.

Исследования включения тыквы при приготовлении кексов продолжаются.

Список литературы

1. ГОСТ 5897-90 Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. – Введ. 01.01.1992. – Москва: Стандартиформ, 2012. – 7 с.
2. ГОСТ 15052-2014 Кексы. Общие технические условия – Введ. 01.01.2014. – Москва: Стандартиформ, 2014. – 12 с.
3. Скурихин, И.М. Таблицы химического состава и калорийности российских продуктов питания / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян // Справочник. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 276 с.
4. Дусаева, Х.Б. Функциональные продукты питания / Х.Б. Дусаева, С.А. Ворожейкина // Вестник мясного скотоводства. – 2012. – Т. 3. – № 77. –120-123 с.
5. Дусаева, Х.Б. Использование овощного сырья при производстве полуфабрикатов [Электронный ресурс] / Х.Б. Дусаева, // Промышленность: новые экономические реалии и перспективы развития: сб. ст. Всерос. науч. – практ. конф. (с междунар. участием), 17 мая 2017 г., Оренбург: в 2-х ч. / Оренбург. гос. ун-т. – Электрон. дан. – Оренбург: Агентство Пресса, 2017. – 173 с.
6. Дусаева, Х.Б. Особенности технологии производства овощных полуфабрикатов [Электронный ресурс] / Х.Б. Дусаева, В.П. Попов // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры: материалы Всерос. науч. – метод. конф., 1 – 3 февр. 2017 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбургский гос. ун-т». – Электрон. дан. – Оренбург: ОГУ, 2017. – С. 1573 – 1577. – 5 с.
7. Курцева, В.Г. Исследование влияния растительного сырья на качество мучных кондитерских изделий / В.Г. Курцева, И.Е. Пашкова // Сборник трудов XII Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и молодежь – 2015». Горизонты образования. Вып.17. – 2015.
8. Бадамшина, Е.В. Совершенствование технологии и рецептуры производства кексов с применением нетрадиционного растительного сырья / Е.В. Бадамшина, И.Т. Гареева, Е.И. Кощина // Материалы докладов XII Международной конференции «Кондитерские изделия XXI века; Международная промышленная академия 25–27 февраля 2019. – М.: 2019. – 190 с. – С. 111–114.

МЕХАНИЗМЫ СЕРОВОДОРОДНОЙ КОРРОЗИИ В НЕФТЕГАЗОВОМ СЕКТОРЕ

**Курников В.Н., Василевская С.П. канд. техн. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Трубопроводы играют решающую роль в нефтегазовом секторе, облегчая транспортировку продукции на объекты первичной переработки, хранилища и нефтеперерабатывающие комплексы. Учитывая, что эти трубопроводы транспортируют ценные и опасные вещества, любая потенциальная авария влечет за собой значительные финансовые и экологические последствия, включая риск катастрофических экономических потерь и угрозы для жизни людей. Аварии могут возникать из-за различных факторов, включая коррозию (внешнюю, внутреннюю и растрескивание под напряжением), механические проблемы (такие как дефекты материалов, конструкции и дефекты при строительстве), действия третьих лиц (случайные или преднамеренные), эксплуатационные проблемы (неисправности, недостатки, сбои в работе систем защиты или ошибки оператора) и природные явления (такие как удары молнии, наводнения или сдвиги земли).

Коррозия является основным фактором, на который приходится 46,6 % отказов в трубопроводах природного газа и 70,7 % в трубопроводах сырой нефти. Оценка расходов на коррозию, проведенная авторитетной нефтегазовой корпорацией, показала, что в 2004 финансовом году расходы на коррозию составили существенную статью затрат организаций нефтегазового сектора. Глобальные расходы, приписываемые коррозии в нефтегазовом секторе, составляют приблизительно 60 миллиардов долларов. Следовательно, существует острая необходимость в упреждающих оценках риска, которые уравнивают экономическую эффективность и безопасность, для этого разберем механизм процесса коррозии.

Факторы окружающей среды вносят значительный вклад в водородную хрупкость, вызванную H_2S , что приводит к хрупкости материала. Основные типы трещин, связанные с этим явлением, включают сульфидное растрескивание под напряжением (SSC) и водородное растрескивание (HIC). Эти режимы растрескивания могут возникать из-за различных факторов, таких как наличие кислых газов в трубопроводах, условия эксплуатации и свойства материалов. Стальные трубопроводы, обычно используемые для транспортировки нефти и газа, особенно подвержены неблагоприятным условиям окружающей среды. К таким условиям часто относятся биологическая коррозия микроорганизмами, агрессивные анионы, такие как хлорид, органические соединения и кислые газы, такие как H_2S и CO_2 . Эти факторы делают трубопроводы уязвимыми для коррозии, которая генерирует водород в качестве побочного продукта. В процессе коррозии сталь окисляется

на аноде, которые реагируют с H_2S , образуя осадки FeS . В то же время ионы водорода от диссоциации H_2S генерируют водородный газ на катодном участке. Однако присутствие H_2S препятствует образованию молекул водорода, тем самым уменьшая образование водорода на поверхности стали.

Часть образовавшегося атомарного водорода объединяется, образуя газообразный водород, в то время как остальная часть проникает в микроструктуру стали. Однако присутствие ингибитора коррозии, такого как H_2S , препятствует процессу рекомбинации атомарного водорода, что приводит к диффузии значительного количества водорода в металл.

Водородное растрескивание представляет значительную угрозу для сталей трубопроводов, используемых для транспортировки углеводородов, загрязненных кислотами. Известное как водородное растрескивание или водородное пузырение, это явление включает в себя рекомбинацию диффузного атомарного водорода внутри стали, особенно в структурных неровностях, таких как удлиненные включения, выровненные параллельно поверхности трубопровода. Со временем молекулы водорода накапливаются на границах включений, что приводит к внутреннему парциальному давлению водорода и образованию пузырей. Этот сложный процесс включает диффузию водорода в сталь, образование газовых карманов и последующее нарастание давления, что в конечном итоге приводит к трещинам и выходу трубопровода из строя. Различные факторы существенно влияют на водородное растрескивание, включая состав стали, давление, температуру и концентрацию водорода. Поэтому реализация соответствующих мер по проектированию, обслуживанию и мониторингу трубопровода имеет решающее значение для снижения риска водородного растрескивания.

Водородное растрескивание – это медленный процесс, происходящий в течение нескольких лет и не зависящий от внешних напряжений. Разрушение происходит, когда в последовательных слоях образуются пузыри или небольшие трещины и они соединяются. Сталь с низкой прочностью и высоким содержанием удлиненных сульфидных включений особенно подвержена водородному растрескиванию. Однако добавление микролегирующих элементов может помочь снизить эту уязвимость стали. Уменьшение содержания сульфида до менее 0,003 мас. % значительно снижает риск водородного растрескивания. Концентрация H_2S в окружающей среде играет решающую роль в контроле водородного растрескивания, действуя как катализатор коррозии и препятствуя процессу рекомбинации, ускоряя диффузию атомарного водорода внутри стали. Стали с высокой плотностью обратимых водородных ловушек более восприимчивы к водородному растрескиванию из-за более высоких концентраций подвижного водорода.

Образование водородного растрескивания является распространенным типом повреждения, ожидаемого в средах, содержащих H_2S . Этот тип трещин происходит внутри, без приложения внешних нагрузок, чему способствует поглощение элементарного водорода и последующие внутренние процессы рекомбинации. Различные микроструктурные факторы влияют на способность

материала поглощать водород, диффузию водорода внутри материала и его восприимчивость к водородному растрескиванию. Понимание пороговой концентрации H_2S , которая способствует образованию трещин, имеет важное значение для оценки конструкций, работающих в условиях, аналогичных условиям кислых сред. Растрескивание обычно происходит вблизи внутренних разрывов в металле, когда концентрация диффундирующего водорода превышает пороговое значение. Проволока из углеродистой стали, обычно состоящая из сталей со средним и высоким содержанием углерода, содержащих от 0,3 до 0,7 мас. % углерода, испытывает неравномерное распределение пластической деформации во время процесса формования, что приводит к значительным остаточным напряжениям по толщине проволоки, влияющим на ее механические свойства. Восприимчивость стали к водородному растрескиванию тесно связана с микроструктурными характеристиками и взаимодействием атомов водорода с металлической матрицей. Исследования показывают, что состав стали и наличие неметаллических включений способствуют ее восприимчивости к водородному растрескиванию.

Растрескивание под напряжением уже давно определено как серьезная проблема и основная причина отказов стальных трубопроводов в средах с высоким содержанием H_2S . Эта проблема требует пристального внимания, поскольку она может привести к разрывам газопроводов высокого давления. Растрескивание под напряжением обычно возникает неожиданно во время эксплуатации, что подчеркивает необходимость мер безопасности, основанных на оценке риска, на объектах, работающих с едкими жидкостями. Поэтому текущие усилия сосредоточены на совершенствовании стратегий управления для эффективного решения этой проблемы. Растрескивание под напряжением возникает из-за совокупного влияния трех основных факторов: наличия восприимчивых материалов, локализованного растягивающего напряжения, превышающего критический порог, и воздействия влажной, кислой и едкой среды.

В средах, богатых влажным H_2S , атомы водорода проникают в решетку материала, чему способствует H_2S . Это проникновение происходит через нарушения в защитном слое и образование небольших молекулярных отверстий на поверхности металла. Первичным анодным процессом при кислотной коррозии стали в присутствии H_2S является электрохимическое растворение железа, которое высвобождает поверхностные электроны. Затем эти электроны поглощаются атомами водорода, позволяя им объединяться и образовывать молекулярный водород. Проникновение молекулярного водорода через защитную пленку вызывает точечную коррозию на поверхности стали, что приводит к потенциальным несоответствиям и образованию гальванических элементов, инициирующих процесс коррозии. По мере углубления окружающей области под напряжением образуются трещины, временно останавливая распространение разрушения при столкновении с пластичным материалом. Однако диффузия водорода в вершине трещины

продолжает цикл, что приводит к распространению трещины посредством механического разрыва.

Подверженность стали растрескивания под напряжением возникает из-за диффузии атомарного водорода, возникающего в результате катодной частичной реакции во время коррозии в среде, содержащей H_2S . Присутствие H_2S затрудняет образование молекул водорода. Он облегчает их диффузию в решетку стали, тем самым снижая способность стали выдерживать деформацию как под остаточным, так и под внешним напряжением. Различные факторы, включая металлургию стали, уровни напряжения, pH, парциальное давление H_2S и присутствие ионов хлорида, играют решающую роль в определении восприимчивости стали к растрескиванию под напряжением. В отличие от водородного растрескивания, разрушение которого может занять годы, растрескивание под напряжением может инициироваться и распространяться до разрушения в течение нескольких часов. Исследование вторичных фаз вдоль границ зерен, известных как преципитаты на границах зерен, широко изучалось в материаловедении и инженерии. Эти преципитаты значительно изменяют свойства материала, охватывая механические, электрические и коррозионно-стойкие свойства. Понимание механизмов, управляющих их образованием и ростом, имеет важное значение для проектирования и оптимизации материалов с желаемыми характеристиками.

Процесс растрескивания под напряжением включает несколько стадий, включая восстановление водорода, адсорбцию, диффузию, связывание с включениями на границах зерен и распространение под градиентами напряжений. Зоны термического влияния (HAZ) вокруг сварных швов обычно подвержены растрескиванию под напряжением из-за недостаточного контроля роста твердой фазы во время сварочных процессов. В таких сварочных процедурах, как однопроходные угловые швы, зоны термического влияния особенно подвержены растрескиванию под напряжением, особенно в стали низкой прочности, в первую очередь из-за недостаточного подвода тепла и неправильного предварительного нагрева основного металла. Эта уязвимость подчеркивает важность использования многофазных методов сварки, характеризующихся более высоким подводом тепла и соответствующим предварительным нагревом основного металла. Такие методы эффективно управляют образованием твердых зон в зоны термического влияния, тем самым повышая устойчивость сварного шва к растрескиванию под напряжением.

Растрескивание под действием водорода, ориентированное под напряжением (SOHIC)

Растрескивание под действием водорода в основном возникает в сталях низкой прочности с повышенными остаточными напряжениями, особенно в сварных швах трубопроводов, представляя собой редкую, но существенную проблему в отраслях, работающих в средах H_2S . Он имеет сходство как с водородным растрескиванием, так и с растрескиванием под напряжением, характеризуясь уложенным друг на друга массивом трещин, пересекающих толщину материала, что значительно снижает несущую способность

компонентов и приводит к существенно более высоким скоростям роста трещин, чем растрескивание под действием водорода. Трещины растрескивания под действием водорода зарождаются в зонах сварки и распространяются вдоль направления прокатки в середине толщины трубы под влиянием жестких условий влажного H_2S и сложной плоскости напряжений. Растрескивание под действием водорода представляет собой уникальное проявление растрескивания под напряжением, возникающее из уже существующих микротрещин, вызванных водородом под растягивающим напряжением, перпендикулярным направлению трещины. Обычно он влияет на углерод во влажных, кислых средах, подвергающихся приложенному напряжению. Он часто возникает вблизи зоны сварки из-за остаточных напряжений, даже без включений и металлургических дефектов, и является результатом накопления водорода, образуя мелкие трещины, распространяющиеся под приложенным напряжением.

В заключение следует отметить, что эффективное решение проблемы коррозии, вызванной сероводородом, в нефтегазовой отрасли требует четко определенной и комплексной стратегии. Понимание механизмов коррозии, имеет решающее значение для выявления факторов, способствующих возникновению коррозии, и разработки упреждающего подхода.

Для обеспечения долговечности оборудования необходимо включение превентивных инструментов мониторинга коррозии, таких как газовые датчики и ультразвуковые датчики, для раннего обнаружения и снижения рисков. Выбор материала имеет решающее значение, в основном фокусируясь на нержавеющей стали, сплавах на основе никеля и медно-никелевых сплавах для борьбы с коррозией, вызванной сероводородом. Тщательный мониторинг и корректировка ингибиторов коррозии необходимы для оптимальной защиты. Стратегический анализ данных дает ценную информацию о моделях коррозии, поддерживая процессы принятия обоснованных решений.

Список литературы

1. Коррозия трубопроводов, транспортирующих нефтепродукты — обзор. В книге «Роль коллоидных систем в защите окружающей среды»; ред. Мутукумар, Н., Фанун, М., ред.; Elsevier: Амстердам, Нидерланды, 2014 г.
2. Опыт защиты от коррозии скважин при добыче углеводородной продукции с высоким содержанием сероводорода и диоксида углерода, ред. Ляшенко А.В., Жирнов Р.А., Изюмченко Д.В.: Россия, 2013 г.
3. Некоторые аспекты в области борьбы с коррозией на газовых промыслах западной Канады, ред. Маняченко А.В., Киченко Б.В.: Россия, 1991 г.
4. Ингибиторы коррозии, ред. Гафаров Н.А., Кушнарченко В.М., Бугай Д.Е.: Россия, 2002 г.
5. Обеспечение работоспособности трубопроводов путем совершенствования ингибиторной защиты, ред. Маняченко А.В., Пастухов С.В., Кушнарченко В.М., Репях В.С., Кушнарченко Е.В., Ляшенко А.В. – 2006 г.

УНИКАЛЬНОСТЬ И ПРИМЕНЕНИЕ ФИТОХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Маленкина К.А.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Возросший спрос населения на сельскохозяйственную продукцию высокого качества поднимает важные вопросы эффективного взаимодействия потребителя и товаропроизводителей и постоянного мониторинга производимых продуктов питания. Восполнение потребности человека в сбалансированной пище и регулярное пополнение рынка невозможно без применения кормовых добавок природного происхождения.

Применение антибиотических препаратов, на сегодняшний день, порождает широкий спектр противопоказаний, обусловленных аккумуляцией данных добавок в организме, с последующим токсическим отравлением и дегенеративными изменениями в органах и тканях. С учетом постоянной эволюции микроорганизмов и развитием устойчивой антибиотикорезистентности к многим препаратам, остро стоит вопрос о поиске и внедрении в сельскохозяйственную и медицинскую практику аналогов препаратов противомикробной направленности [1,2,11].

Фитохимические вещества в последнее десятилетие обратили на себя внимание ученых и зарекомендовали себя как высококачественные препараты с выраженным противоопухолевым, антибиотическим, ростостимулирующим функционалом. Издревле, вещества на растительной основе широко применялись в разных сферах деятельности человека от медицины до кулинарии [3,7].

Разнообразие фитонутриентов включает в себя полифенолы, терпены, сапонины и каротиноиды, в том числе, баталаины, производные пурина и хиноны, поступающие в организм с пищей. Поступление и усвоение растительных метаболитов в желудочно-кишечном тракте представляет собой двустороннее взаимодействие, при котором фитохимические вещества благотворно влияют на микрофлору кишечника, индуцируя ее активный рост с последующей инактивацией патогенов, что повышает интенсивность всасывания веществ, обуславливая их эффективность для всего организма в целом [10,15].

Природа фитохимических веществ как вторичных метаболитов растений обуславливает широкий спектр свойств, играющих фундаментальную роль в жизнедеятельности растений. В частности, терпены и терпеноиды способствуют генерации феромонов для привлечения насекомых-опылителей, а также для отпугивания травоядных животных. Терпеновые представляют собой эфирные масла растений, смолы хвойных деревьев, являясь эволюционным приспособлением растений.

Карвакрол представляет особый научный интерес, проявляющий антисептические, иммуномодулирующие, противоопухолевые и противомикробные свойства. Применение основного компонента эфирного масла душицы, которым является карвакрол, в рационе сельскохозяйственных животных и птиц способствуют повышению всасывательной функции слизистой оболочки кишечника с разрастанием популяции микрофлоры, симулирующей защитную функцию ЖКТ против патогенных организмов. Скармливание вместе с пищей карвакрола, тимола и куркумина обуславливает синергетический эффект, демонстрирующий выраженные антиоксидантные свойства терпенового комплекса [8].

Влияние каратиноидов на морских гидробионтов выражается в изменении окраса тела для маскировки в придонных слоях водоемов от хищников, а также служат фоторецепторами для защиты от пагубного воздействия ультрафиолета.

Фенольные соединения, в частности, полифенолы, флавоноиды, лигнаны, химическая структура которых обусловлена наличием ароматического бензойного кольца, являются фитонутриентами с выраженной антиоксидантной активностью. Высокая устойчивость к воздействию окислителей среди флавоноидов способствует подавлению образования активных форм кислорода. Кроме того, в процессе окислительного фосфорилирования флавоноиды способны к поглощению широкого спектра губительного ультрафиолетового излучения. Применение полифенолов против грибковой порчи продуктов, в особенности аспергилла и пенициллина, неоднократно демонстрировало положительные результаты [14].

Известно, что модулирующий эффект лигнанов позволяет стабилизировать антиоксидантный статус, снижая содержание свободных радикалов. Весьма результативно включение льняного семени в рацион животных, содержащие лигнаны, для снижения общего уровня холестерина и стимуляции работы сердечно-сосудистой системы [12].

Бесконтрольное применение лекарственных средств для лечения и профилактики заболеваний сельскохозяйственных животных может спровоцировать выраженный канцерогенный эффект с отягощающими последствиями. Включение в рамках поддерживающей терапии индольных веществ, в частности, цисплатина, способствует ингибированию синтеза раковых новообразований с последующим снижением нефротоксичности используемых препаратов [17].

Выраженная антибиотическая способность кумариновых веществ обусловлена их включением в структурные субъединицы бактериальной клетки с последующим замещением функциональных частей и угнетением их активности. Данный эффект возможен за счет малого размера молекул кумарина и высокой их биодоступности для живого организма. Немаловажным является управление чувством кворума бактерий для контроля численности популяций микробных штаммов. Купирование процессов образования бактериальной биопленки является ключевым звеном в профилактике и

лечении бактериальных заболеваний. Исследования, проведенные с применением умбеллиферона и дигидрокумарина демонстрируют значительное снижение уровня патогенной загрязненности и роста вирулентных штаммов [4,6,9].

Уникальные свойства фитохимических веществ открывают возможности для их внедрения в медицинскую и сельскохозяйственную практику на постоянной основе. Важной экологической проблемой на сегодняшний день является глобальное потепление. Развитие и расширение животноводческого комплекса имеет значительный вклад в развитие экологической катастрофы за счет выброса в окружающую среду газов в больших объемах. Применение фитонутриентов в питании крупного рогатого скота, в частности, дубильных веществ и танинов, значительно сокращает высвобождение азота и метана в атмосферу за счет контроля роста патогенной флоры рубца [18].

Высокоэффективная борьба с заболеваниями, причиной которых являются протозойные инвазии, обеспечивает стабильную работу желудочно-кишечного тракта, в частности, целостность слизистых оболочек кишечника и модуляцию микрофлоры. Поражение простейшими проявляется в развитии воспалительной реакции в очаге инвазии, длительной диареей с значительной кровопотерей, снижением темпов роста, активности и продуктивных способностей. Включение в рацион полифенолов пагубно влияет на онтогенез ооцитов ингибируя их рост и развитие с последующим сокращением их численности в организме хозяина [5].

Фитохимические вещества зарекомендовали себя в роли действенных стимуляторов роста, продуктивности и результативных модуляторов иммунной системы животных и гидробионтов. Широкий спектр растительных метаболитов содержится в продуктах переработки винного сырья, citrusовых, сочных плодовых растений, скармливание которых позволяет инактивировать токсическое влияние тяжелых металлов в организме гидробионтов, а также стимулировать работу антиоксидантной системы, а также процессы ферментации в рубце КРС, тем самым улучшая продуктивные качества животных [13,16].

В этой связи, фитохимические вещества являются высокоэффективными биологическими веществами широкого спектра действия. Фитонутриенты представляют собой перспективную альтернативу традиционным методам управления здоровьем и продуктивностью в животноводстве, в частности, антибиотикам. При включении в рационы животных и гидробионтов, данные вещества демонстрируют противомикробные, антиоксидантные, противопротозойные, противоопухолевые и седативные свойства, что обуславливает перспективность для дальнейших научных исследований.

Список литературы

1. Багно, О.А. Фитобиотики в кормлении сельскохозяйственных животных (обзор) / О.А. Багно, О.Н. Прохоров, С.А. Шевченко, А.И. Шевченко,

Т.В. Дядичкина // Сельскохозяйственная биология. - 2018. - Том 53. - №4. - С. 687-697

2. Мирошникова, Е.П. Воздействие экстракта из коры дуба (*Quercus cortex*) на рост и развитие карпа / Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, Ю. В. Килякова, Г.К. Дускаев, М.С. Мирошникова // Аграрный научный журнал. – 2019. – № 11. – С. 69-72.

3. Мирошникова, Е.П. Применение фитобиотиков в кормлении рыб в качестве альтернативы антибактериальным и пробиотическим препаратам (обзор) / Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, Ю. В. Килякова, А. Н. Сизенцов // Аграрная наука. – 2023. – № 7. – С. 40-47.

4. Мирошникова, Е.П. Комплексная оценка влияния *Quercus cortex* на состояние микробиома кишечника с опосредованным действием на рост карпа / Е. П. Мирошникова, А. Е. Аринжанов, Ю. В. Килякова, А. Н. Сизенцов // Пермский аграрный вестник. – 2024. – № 1(45). – С. 91-97.

5. El-Shall, N.A. Phytochemical control of poultry coccidiosis: a review / N.A. El-Shall, M.E. Abd El-Hack, N.M. Albaqami, A.F. Khafaga // Poult Sci. 2022. – V.101(1). – P.101542.

6. Feng, D. Coumarin-containing hybrids and their antibacterial activities / D. Feng, A. Zhang, Y. Yang, P. Yang // Arch Pharm (Weinheim). – 2020. - V.353(6). – P.1900380.

7. Freedman, P. History of Spices. In: Meiselman, H. (eds) Handbook of Eating and Drinking / P. Freedman // Springer Cham. – 2020 – V.9. – P.71-99

8. Gabriela M. Galli Combination of herbal components (curcumin, carvacrol, thymol, cinnamaldehyde) in broiler chicken feed: Impacts on response parameters, performance, fatty acid profiles, meat quality and control of coccidia and bacteria / Gabriela M. Galli, Roger R. Gerbet, Luiz G. Griss, Bruno F. Fortuoso // Microbial Pathogenesis. – 2020. – V.139. – P.103916.

9. Hou, H. M. Inhibition of *Hafnia alvei* H4 Biofilm Formation by the Food Additive Dihydrocoumarin / H. M. Hou, F. Jiang, G. L. Zhang, J. Y. Wang // Journal of Food Protection. – 2017. – V. 80, - P. 842-847

10. Kan, J. Phytonutrients: Sources, bioavailability, interaction with gut microbiota, and their impacts on human health / J. Kan, F. Wu, F. Wang, J. Zheng, J. Cheng // Front Nutr. – 2022. – V.9. – P.960309.

11. Laws, M. Antibiotic resistance breakers: current approaches and future directions / M. Laws, A. Shaaban, K.M. Rahman // FEMS Microbiol Rev. – 2019. – V. 43(5). – P.490-516

12. Lei, X.Y. Lignans and Flavonoids from *Cajanus cajan* (L.) Millsp. and Their α -Glucosidase Inhibitory Activities / X.Y. Lei, S.H. Liu, Y.X. Zhao, M.J. Guo // Chem Biodivers. – 2022. – V.19(11). – P.202200414.

13. Liu, Y. High dietary non-starch polysaccharides detrimental to nutrient digestibility, digestive enzyme activity, growth performance, and intestinal morphology in largemouth bass, *Micropterus salmoides* / Y. Liu, J. Fan, H. Huang, H. Zhou // Front. Nutr. – 2022. – V.9. - P.1015371.

14. Miroshnikova, M. Experimental evaluation of the effectiveness of the Quercus cortex extract in the carp feeding system / M. Miroshnikova, E. Miroshnikova, A. Sizontsov, A. Arinzhanov, Yu. Kilyakova // Journal of Animal Science. – 2021. – Vol. 99, No. S3. – P. 339.
15. Rathaur, P. Metabolism and Pharmacokinetics of Phytochemicals in the Human Body / P. Rathaur, S R JK // Curr Drug Metab. – 2019. – V.20(14). – P.1085-1102.
16. Valenzuela-Grijalva, N.V. Dietary inclusion effects of phytochemicals as growth promoters in animal production / N.V. Valenzuela-Grijalva, A. Pinelli-Saavedra, A. Muhlia-Almazan // J Anim Sci Technol. – 2017. – V. 59. – P. 8
17. Yuan, P. Indole-3-carboxaldehyde alleviates cisplatin-induced acute kidney injury in mice by improving mitochondrial dysfunction via PKA activation / P. Yuan, A. Feng, Y. Wei, S. Li // Food Chem Toxicol. – 2024. – V.186. – P.114546.
18. Zhao, Y. Could natural phytochemicals be used to reduce nitrogen excretion and excreta-derived N₂O emissions from ruminants / Y. Zhao, M. Liu, L. Jiang, L. // Guan J Anim Sci Biotechnol. – 2023. – V.14(1). – P.140.

СРАВНЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ САХАРОЗАМЕНИТЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Манеева Э.Ш., канд. биол. наук, доцент, Морозова Е.В.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время на рынке представлено большое количество сахарозаменителей, которые широко применяются в пищевой промышленности для получения продукции диетической направленности. Каждый из них имеет свои характеристики, которые способствуют выбору того или иного сахарозаменителя в определенных условиях.

Сахарозаменители условно классифицируются по следующим характеристикам: по происхождению (натуральные, синтетические); по химическому составу; по степени сладости; по энергетической ценности (некалорийные, калорийные).

К натуральным сахарозаменителям относятся: фруктоза, стевозид, тауматин, эритрит, ксилит, сорбит, мальтит, маннит, изомальт, лактит. Перечисленные сахарозаменители, кроме стевозида и тауматина, относятся к группе калорийных, а по степени сладости являются низкоинтенсивными.

Синтетические сахарозаменители: аспартам, сахарин, сукралоза, ацесульфам калия, цикламат натрия, неотам. Данные сахарозаменители, а также стевозид и тауматин являются некалорийными, по степени сладости – высокоинтенсивными.

Степень сладости оценивается по пороговым концентрациям вещества, при которых начинается ощущаться сладость. Степень сладости – это показатель, который отражает, насколько сладким ощущает человек тот или иной сахар. Стандартом для сравнения является сахароза, сладость которой принята за 1 единицу. Также существует коэффициент сладости, который показывает, во сколько раз вещество слаще сахарозы [1].

Фруктоза – моносахарид, который содержится в ягодах, овощах, фруктах, меде. Фруктоза почти в 1,7 раза слаще сахарозы, а гликемический индекс в 3 раза ниже. Однако калорийность фруктозы практически одинакова с калорийностью сахарозы. Фруктоза может негативно влиять на жировой обмен в организме и противопоказана людям с лишним весом и нарушением углеводного обмена. Кроме того, длительное употребление фруктозы способствует развитию кариеса зубов [2].

Стевиозид – органическое соединение, получаемое из стеблей стевии. По химическому составу – это термостойкие, рН-стабильные и не поддающиеся процессу брожения гликозиды. Стевиозид в 300 раз слаще сахарозы, имеет нулевую калорийность и нулевой гликемический индекс. Применяется в пищевой промышленности благодаря приятному вкусу и достаточно высокой термоустойчивости (до 200 °С) [3].

Тауматин – низкокалорийный подсластитель и корректор вкуса белковой природы. Этот белок обычно используется именно для коррекции вкуса, а не как заменитель сахара.

Сахарные спирты (ксилит, сорбит, маннит, изомальт, мальтит, эритритол, лактит) являются производными сахаридов. Относятся к калорийным сахарозаменителям, но содержат меньше калорий по сравнению с сахарами, сопоставимы по сладости с сахарозой. Сахарные спирты всасываются медленно и не полностью. Для усвоения организмом сахарных спиртов практически не требуется инсулина. Сахарные спирты включены в перечень веществ, признанных полностью безвредными. Однако, у некоторых людей избыточное употребление сорбитола и маннитола может вызвать газообразование и слабительный эффект. Особенного внимания в этой группе заслуживает эритритол, он не ферментируется бактериями и не вызывает диареи [4].

Эритрит (эритрол) – белый кристаллический порошок или гранулы, обладающие сладким вкусом. Получают его путем ферментативного гидролиза крахмалистых продуктов (кукурузы, тапиоки, пшеницы) с образованием глюкозы и дальнейшим ее сбраживанием дрожжами *Moniliella pollinis* с образованием эритрита. Далее с помощью сепарации и фильтрации удаляются примеси, а полученный раствор кристаллизуется и высушивается.

Эритрит менее сладкий, чем сахар, но имеет нулевой гликемический индекс, допускается для употребления людям страдающим сахарным диабетом. Отличительной особенностью эритрита является легкий холод в послевкусие. По этой причине его часто применяют в производстве жевательных конфет и резинок, печенья, мороженого, муссов, кондитерских изделий. Применяется в производстве йогурта и мороженого благодаря низкой температуре замерзания, что благоприятно влияет на текстуру с вязкость. Благодаря тому, что эритрит обладает термостабильностью и абсолютной негигроскопичностью, его применяют в кондитерской промышленности. При производстве мучных изделий, его лучше применять в виде перемолотого порошка.

Эритрит не оказывает влияния на эмаль зубов, не меняет уровень холестерина, является антиоксидантом и выводит свободные радикалы. Допустимая дневная норма потребления эритрита составляет 1 г на 1 кг массы тела, при большем употреблении вызывает вздутие живота, расстройство пищеварения и при долгом приеме может способствовать появлению диабета. Не рекомендуется употреблять в пищу эритрит людям, имеющим проблемы со свертываемостью крови, так как он может способствовать образованию тромбов [5].

Далее рассмотрим особенности синтетических сахарозаменителей.

Аспартам – порошок белого цвета со сладким вкусом, производится также в виде таблеток. Получают химическим способом из двух аминокислот L-аспарагиновой кислоты и L-фенилаланина. Является бескалорийным, имеет нулевой гликемический индекс. В 160-200 раз слаще сахара, вкусовое ощущение сладости появляется медленнее и дольше остается. При нагреве

аспартам разрушается, поэтому не пригоден для подслащивания продуктов, подвергаемых термообработке. В пищевых производствах применяется в производстве безалкогольных напитков, горячего шоколада, жевательных резинок, конфет, йогуртов.

В настоящее время имеется много противоречивой информации касательно безопасности аспартама. Максимальная суточная доза – 50 мг на 1 кг массы тела. Аспартам противопоказан людям, страдающим фенилкетонурией [6].

Сукралоза – некалорийный, термостабильный, высокоинтенсивный сахарозаменитель с коэффициентом сладости – 600. Получают сукралозу из обработанного сахара. По сравнению с остальными интенсивными подсластителями вкус сукралозы наиболее близок ко вкусу обычного сахара.

Сукралоза не влияет на уровень глюкозы и не участвует в углеводном обмене, не оказывает негативного влияния на зубы. Безопасна для всех групп населения, включая детей и беременных. Суточная норма потребления 18 миллиграмм на килограмм массы тела. При постоянном и чрезмерном употреблении повышает риск формирования сахарного диабета. Среди недостатков данного сахарозаменителя можно отметить его высокую стоимость [7].

Сахарин – является старейшим бескалорийным сахарозаменителем синтетического происхождения. Сахарин в 200-700 раз слаще сахара, имеет нулевой гликемический индекс. Рекомендованной суточной дозой в приеме сахарина является 5 мг на 1 кг массы тела. Признан безопасным и широко используется в пищевой промышленности. Может использоваться при приготовлении различных блюд и напитков, если при этом не требуется термическая обработка [8].

Цикламат натрия – слаще сахара в 30-50 раз. Широко используется для подслащивания пищевых продуктов, напитков и лекарственных средств. Входит в состав многих комплексных подсластителей.

К относительно новым синтетическим бескалорийным сахарозаменителям относится неотам. Он состоит из фенилаланина и аспарагиновой кислоты, слаще сахара в 10 000 раз. Быстро метаболизируется и полностью выводится из организма. Применяется при производстве безалкогольных напитков, хлебобулочных и кондитерских изделий, замороженных десертов, порошкообразных смесей и других продуктов питания. Некоторые эксперты отмечают особенность неотама мягко усиливать или модифицировать мятный и ванильный вкус и аромат. А также маскировать неприятные побочные привкусы при обогащении продуктов соевыми ингредиентами, витаминами и минеральными веществами [8].

Таким образом, многообразие сахарозаменителей, которые применяются в производстве продуктов питания, требуют тщательного анализа и подбора. При выборе сахарозаменителя нужно учитывать его химический состав, свойства, совместимость с ингредиентами рецептуры и влияние на качество готовой продукции.

Список литературы

1. Кубаев, М.Б. Сравнение сахарозаменителей. / М.Б. Кубаев // Трибуна ученого. – 2020. – №4. – С. 20-22.
2. Крахмалева, Т. М. Пищевые и биологически активные добавки : учебное пособие / Т. М. Крахмалева, Э. Ш. Манеева, В. П. Попов. – Оренбург : ОГУ, 2022. – 124 с. – ISBN 978-5-7410-2788-2.
3. Николаева, Т.А., Шумилова А.Д., Головачева О.В. Альтернативные подсластители из натурального сырья: Стевизоид и эритрит // Научного – образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» № 4 / 2022. С. 29-39.
4. Кунакбаева, Ж. А. Исследование технологии производства десертов диетического назначения с использованием структурообразователей / Ж. А. Кунакбаева, Э. Ш. Манеева // Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии : сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию образования фак. приклад. биотехнологии и инженерии, Оренбург, 21 июня 2024 г. / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2024. – С. 247-250.
5. Джабаева., А.С. Использование сахарозаменителя эритрита в производстве диетико-диабетического бисквита / А.С. Джабаева., М.А. Тяжгова // Известия КБГАУ. – 2020. – № 2 (28). – С. 46-51.
6. Морозова, Е. В. Особенности технологии производства печенья с функциональными свойствами / Е. В. Морозова, Э. Ш. Манеева // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : сб. материалов Всерос. науч.-метод. конф., Оренбург, 1-3 февр. 2024 г. / Оренбург. гос. ун-т. – Оренбург : ОГУ, 2024. – С. 4164-4167.
7. Цветкова, Е.Э. Сукралоза – сахарозаменитель нового поколения / Е.Э. Цветкова, М.А. Скиданова, О.В. Биньковская // Инновационные технологии в науке и образовании. – 2016. – №2(6). – С. 244.
8. Громова, О.А. Сахарозаменители. Вопросы эффективности и безопасности применения / О.А. Громова, В.Г. Ребров // Журнал «Трудный пациент». – 2007. – №12. – С. 13.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ ДЛЯ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ

Махамбетова Л.А.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Оренбургский государственный университет»

Ежегодная проблема защиты от загрязнения сточными водами водоемов и предотвращение негативного воздействия на окружающую среду становится все актуальнее. На основе природоохранной нормативно-правовой базы решением данных проблем является разработка и внедрение систем очистки сточных вод, применяя совершенственные технологические процессы и современное производственное оборудование.

Васькин С.В. считает, что выбор и разработка высокоэффективных методов очистки сточных вод для инженеров являются сложной задачей. Очистка сточных вод включает в себя обработку вод различными методами с целью разрушения или извлечения содержащихся в них органических и минеральных веществ до той степени, которая позволит сбросить анализируемые воды в водоемы или повторно использовать.

Процесс очистки вод состоит из следующих действий: обезвреживание, обеззараживание, извлечение вредных веществ, удаление из воды болезнетворных микробов и вирусов [1].

Назаров В.Д. и Барышникова Т.И. в своей работе сделали вывод о том, что основными источниками нефтесодержащих сточных вод на нефтебазах и перекачивающих станциях являются танкеры, ливневые воды с территории резервуарных парков, резервуары, открытых площадок, системы охлаждения подшипников насосов, технологических установок, не имеющих водонепроницаемого покрытия.

Чаще всего нефтяные частицы в воде находятся в грубодисперсном, тонкодисперсном или растворенном состояниях.

Нефтяные частицы, находясь в воде, легко всплывают на поверхность воды из-за своей малой плотности. Их содержание в стоках нефтебаз составляет от 350 до 14700 мг/л [2].

Нахождение малой части в тонкодиспергированном состоянии приводит нефтяные частицы к образованию эмульсий типа «нефть в воде». Полученные эмульсии длительное время сохраняют устойчивость, что приводит к затруднению разрушить их. Содержание нефти в таких эмульсиях составляют от 50 до 300 мг/л.

Некоторые компоненты нефти частично растворяются в воде. Содержание нефти в растворённом состоянии составляет 5 - 20 мг/л [3].

Для очистки нефтесодержащих вод используются механический, физико-химический, химический и биохимический методы.

По мнению Зубрева Н.И. попавшие в водоемы стоки, содержащие нефтепродукты, вызывают появление запаха и привкуса керосина, образование пленки или масляных пятен на ее поверхности и отложений тяжелых нефтепродуктов на дне водоемов. Наличие пленки у нефтепродуктов препятствует процессу газообмена и проникновению в воду световых лучей, а также загрязнению берега и прибрежной растительности. Данный процесс происходит медленно и зависит от количества микроорганизмов в ней. Процесс разложения пленки нефтепродуктов в летнее время происходит в течение 5-7 дней и разлагается на 50-80 %, а при температуре ниже +10 °С процесс замедляется, при температуре +4 °С разложение прекращается [4].

Тарасенков Н.В. считает, что отложения нефтепродуктов удаляются еще более медленно и становятся источником вторичного загрязнения воды. Наличие в воде нефтепродуктов делает воду непригодной для питья. Особенно большой ущерб наносится рыбному хозяйству. Рыбы наиболее чувствительны к изменению химического состава воды и к попаданию в нее нефтепродуктов в эмбриональном периоде. Нефтепродукты, попадающие в водоем, приводят также к гибели планктона – важной составляющей кормовой базы рыб [5].

На основании комплексных исследования установлено, что основными видами воздействия станций биологической очистки НСВ на объекты окружающей среды являются: сброс недоочищенных сточных вод, содержащих трудноокисляемые органические соединения (эффективность биологической очистки НСВ не превышает 60% по ХПК), и поступление в атмосферный воздух дурнопахнущих органических соединений (до 250 мг/м очищаемых НСВ). 2. Анализ работы очистных сооружений нефтеперерабатывающего предприятия, показал, что они работают в условиях постоянных залповых нагрузок по органическим веществам (ХПК до 1000 мгО/дм) и расходу (колебания расхода до 40%), качество очистки не обеспечивает соответствие сточных вод нормативным требованиям по органическим соединениям и азоту аммонийному (превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов по ХПК в 3,3 раза, по фенолу в 8000 раз, азоту аммонийному в 7,7 раза). Концентрации загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух в процессе очистки НСВ, находятся в пределах допустимых нормативов, установленных для рабочей зоны (фенол- 0,004мг/м³, алканы С5-С₉ 9,87 мг/м³), тем не менее поступление веществ приводит к одорации воздуха.

Развитие нефтяной промышленности оказывает существенное влияние на загрязнение водных объектов нефтепродуктами. В связи с этим, важным направлением является разработка и внедрение эффективных способов очистки сточных вод предприятий нефтегазовой отрасли. В данной работе был рассмотрен вопрос, касающийся особенностей технологических процессов предприятий нефтегазовой отрасли. Для данного вида деятельности характерно основное и вспомогательное производство; машинные и автоматизированные процессы по видам орудий труда; по содержанию преобладают механические, а присутствуют физико-химические процессы; по характеру протекания во времени преобладают непрерывные процессы; по числу участвующих в

производстве людей нефтегазовый комплекс можно отнести в групповому. Было изучено несколько видов очистки загрязненного водного стока и выявлены наиболее эффективные, которыми оказались многоэтапные схемы очистки, показывающие наибольший процент очистки по взвешенным веществам и нефтепродуктам

Список литературы

1. Васькин С.В. Процессы и аппараты очистки сточных вод. Учебное пособие. Нижний Новгород ВГАВТ 2006г.
2. Перспективные методы и технологии очистки нефтесодержащих сточных вод и моющих растворов/ Под. ред. В.Д. Назарова, Т.И. Барышниковой – Челябинск, 1988. 48 с.
3. Шевчук, О.Н. Технологический регламент по очистке промышленных сточных вод на локальных очистных сооружениях предприятия. – Северобайкальск, 2015. – 6с.
4. Охрана окружающей среды и экологическая безопасность на железнодорожном транспорте: учебное пособие/ Под. ред. проф. Зубрева Н.И., Шараповой Н.А. – М.: УМК МПС России, 1999. 592 с.
5. Тарасенков Н.В. Глубокая очистка сточных вод от органических загрязнителей флотационно-кавитационным методом: автореферат/ Н.В.Тарасенков.Санкт-Петербург 2006 -16с.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ДЕЛИГНИФИКАЦИИ ДРЕВЕСИНЫ

**Машков А.В., Быков А.В., д-р биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

В статье рассмотрены методы по удалению лигнина из древесины. Делигнификация проводилась с помощью органических растворителей, ионных жидкостей, озона, надуксусной кислотой под действием микроволнового излучения. Рассмотрены их реагенты, дана характеристика процесса, описаны параметры, при которых проходила делигнификация и их итоги.

Лигнин – это главная неуглеводная часть древесины, связывающая материал клеточных стенок, что обеспечивает последним высокую устойчивость к повреждениям. Он имеет аморфную структуру и состоит из гетерогенных фенилпропановых звеньев, но не имеет определенной первичной структуры [1].

Извлечение лигнина из древесины представляет определенные трудности, так как он не растворяется в большинстве обычных растворителей, из-за чего в процессе его извлечения довольно часто приходится прибегать к жестким условиям, что приводит к частичной деполимеризации полимера [1].

Лигнин является ценным сырьем для химической промышленности. Для его использования ведутся активные исследования по созданию материалов, которые бы имели в себе данный полимер. Разработка продуктов на основе лигнина решало бы сразу две задачи:

1) Это уменьшение отходов лесного хозяйства от наиболее трудноутилизируемого отхода;

2) Создание материалов, которые имеют в себе меньшее количество или вообще не имеют веществ, полученных переработкой углеводородного сырья, запасы которого являются невозполнимы и ценность которого с каждым разом растет все стремительнее [2].

Есть способ изготовления биопластика на основе лигнина и ряда натуральных компонентов. В результате чего получают легкообрабатываемый биоразлагаемый материал, который не уступает по физическим свойствам органическим полимерам. Полученный материал, помимо хороших механических показателей, устойчив к биологическому воздействию, не разрушаясь от воздействия грибков и бактерий. Устойчив к моющим средствам, солнцу и к повышенной влажности. Главным достоинством биопластика является возможность его переработки [3].

Получения лигнина из древесины давно является важной целью многих ученых на протяжении долго времени, так как помимо получения лигнина мы освобождаем целлюлозу и гемицеллюлозу от "биологического барьера", что облегчает их переработку. За большой период времени было разработано

огромное количество методов отделения лигнина от древесины, но все равно открываются новые и оригинальные методы ее делигнификации.

Данные методы сталкиваются определенными проблемами, которые возникают не только в лесной, а вообще во всех секторах перерабатывающей промышленности. Основные проблемы, которые решаются в процессе делигнификации – это:

- 1) использование более дешевых реагентов;
- 2) использование экологически чистых реагентов;
- 3) подбор правильных катализаторов под определенный реагент для максимально быстрого прохождения конверсии компонентов древесины;
- 4) использование не химических катализаторов, а физического излучения с целью удешевления и ускорения переработки;
- 5) использование возобновляемых реагентов, чтобы их быстрее включить в производство и удешевить его.

Органосольвентные процессы – это варочные процессы, основанные на использовании органических растворителей. Чаще всего растворителем в таких процессах выступают низшие спирты – метанол и этанол, органические кислоты – муравьиная и уксусная кислоты. Данные процессы являются экологически безопасными, так как применяется не сильно агрессивные реагенты и процесс можно проводить при атмосферном давлении [4]. В качестве катализаторов для органических растворителей применяют щелочи или кислоты [5].

При использовании данного способа раствор древесной щепы с растворителем подвергают нагреванию до 200 °С. Нагревание происходит в течении 2 часов. Эффективность процесса делигнификации зависит от того, какой растворитель мы выберем, проведем ли мы предварительную очистку и в какой концентрации смешаем с водой, например те растворители, которые имеют более высокую растворимость лучше проводят данный процесс и предварительная очистка органического растворителя с соотношением воды 50:50 является самой подходящей [6].

Следующий перспективный метод удаления лигнина из древесины основывается на использовании ионных жидкостей. Ионными жидкостями называют низкотемпературные ($t_{пл} < 100$ °С) расплавы солей. Чаще всего применяют расплавы, которые содержат в себе в качестве катиона органическую часть и в качестве аниона неорганическую. Данные вещества являются негорючими, малотоксичными жидкостями, устойчивы к химическим веществам и высоким температурам [7].

Для проведения процесса делигнификации древесину обрабатывают ионными жидкостями при температуре 140 °С в течении 2 часов. Как выявили эксперименты, влияние на процесс обработки древесины является правильно подобранный анион ионной жидкости [5, 8].

Один из самых экологичных методов удаления лигнина из древесины – это озонолитическая делигнификация. Озон является экологически чистым реагентом, так как не образует вредных веществ и сам является одним из газов,

составляющим атмосферу Земли. Его использование в процессе делигнификации связано с тем, что он реагирует с лигнином, в то время как целлюлоза и гемицеллюлоза остаются относительно устойчивы [9].

При взаимодействии озон-кислородной смеси на древесные щепки достаточно поддерживать температуру равную 25 °С. Сам процесс делигнификации основывается на озонолизе, во время реакции которой на 1 моль фенола приходится 3 моль озона, а лигнин содержит в своей структуре звенья, содержащие группу фенола [9].

Такое воздействие на древесину с одной стороны уничтожает фенолы, что благоприятно влияет на чистоту древесины и экологичность производства, не образуя вредные вещества и отходы, но с другой стороны мы не получаем лигнин, а значит не сможем его использовать в производстве.

Метод, где используется физическое излучение, а не химический катализатор, является важным в развитии всей химической технологии, так как открываются новые просторы для исследования и формирования химической науки. В данном случае будет рассматриваться воздействие на древесину надуксусной кислотой и микроволновым излучением.

Для процесса делигнификации древесные опилки обрабатывают 15% надуксусной кислотой под действием микроволнового излучения частотой 2450 МГц в течении 20-30 минут. Процесс производят без нагревания. Данный способ позволяет уменьшить время процесса в 2-3 раза по сравнению с простым повышением температуры, без воздействия микроволнового излучения [10].

В результате обзора было выявлено, что самым экологичным методом являлась озонолитическая делигнификация, так как озон не создает вредные вещества, а уничтожает их, однако он входит в реакцию озонирования с лигнином, в результате чего последний окисляется и не используется в производстве.

Метод основанный на использовании физического излучения показал отличные результаты. Без повышения температуры надуксусная кислота под действием микроволнового излучения осуществила процесс в 2-3 раза быстрее, чем при использовании обычных методов.

Органосольвентный процесс показал, что можно использовать более экологически безопасные органические растворители, держа процесс делигнификации на высоком уровне.

Метод с использованием ионных жидкостей также показал, что можно использовать экологически безопасные вещества во время переработки древесины, сохраняя высокую планку.

Список литературы

1. Феофилова Е. П., Мысякина И. С. Лигнин: химическое строение, биодegradация, практическое использование (обзор) //Прикладная биохимия и микробиология. – 2016. – Т. 52. – №. 6. – С. 559-569.

2. Тунцев Д. В. и др. Биопластики на основе лигнина //Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 15. – С. 192-194.
3. Тунцев Д. В. и др. Технологическая схема получения биопластика на основе лигнина //Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 21. – С. 217-219.
4. Кузнецов Б. Н. и др. Выделение, изучение и применение органосольвентных лигнинов (обзор) //Журнал Сибирского федерального университета. Химия. – 2016. – Т. 9. – №. 4. – С. 454-482.
5. Бикбулатова Г. М. и др. Обзор применения органических растворителей в делигнификации древесины. – 2023.
6. Kwok T. T. et al. Pretreatment efficacy and lignin solubility of organic solvents on juvenile slash pine chips for lignin value prior to pulping //BioResources. – 2019. – Т. 14. – №. 3. – С. 5988-6003.
7. Чабаква А. К., Щепетова Е. В., Абдурахманова Н. М. Ионные жидкости в органическом синтезе //Успехи современного естествознания. – 2018. – №. 12. – С. 216-226.
8. Скребец Т. Э., Ивахнов А. Д. Растворение древесины в ионных жидкостях на основе имидазолия //Химия растительного сырья. – 2016. – №. 2. – С. 13-18.
9. Мамлеева Н. А. и др. Деградация структуры древесины сосны при озонолитической делигнификации //Химия растительного сырья. – 2019. – №. 1. – С. 85-94.
10. Кушнир Е. Ю., Аутлов С. А., Базарнова Н. Г. Делигнификация древесины надуксусной кислотой под воздействием микроволнового излучения //Известия Алтайского государственного университета. – 2014. – Т. 2. – №. 3. – С. 165-170.

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ КОРМОВЫХ ДОБАВОК НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРПА

Мингазова М.С., Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор,
Килякова Ю.В., канд. биол. наук, доцент,
Аринжанов А.Е., канд. с.-х. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Кормовые добавки часто используются в аквакультуре, особенно в системах интенсивного и полуинтенсивного разведения гидробионтов. Это помогает повысить продуктивность. Российские и зарубежные исследователи установили, что биологически активные препараты в рационах рыб способствует улучшению метаболизма, воздействуют положительно на рост, иммунитет и выживаемость [3, 4, 9]. Для выявления действия кормовых препаратов на организм гидробионтов, в первую очередь, рассматривают изменения крови [5, 10].

Цель исследования. Изучить действие биологически активных кормовых добавок на биохимические показатели крови карпа.

Материалы и методы исследования. Объект исследования – карп ($m=97\pm 2$ г). Эксперимент поставлен на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ОГУ.

Учётный период составил 42 суток, подготовительный – 7 суток. Контроль получал основной рацион (ОР), представленный комбикормом КРК-110-1 (ОАО «Оренбургский комбикормовый завод»). Опытные группы, начиная с учётного периода, дополнительно с ОР получали: I опытная – ванилин, II опытная – пробиотик, III опытная – ванилин+пробиотик, IV опытная – ванилин+ультрадисперсные частицы диоксида кремния (УДЧ SiO_2)+пробиотик, V опытная – ванилин+УДЧ $\text{SiO}_2+\text{Zn}+\text{I}+\text{Cr}+\text{Co}$. Кормление осуществляли ежедневно в светлое время суток, через равные промежутки времени, при норме кормления от 2 до 5 % от массы тела рыб.

Дозировка для ванилина («Sigma-Aldrich», Сент-Луис, США) составила 25 мг/кг корма, пробиотика (ООО Биотехнологическая фирма «Компонент», г. Бугуруслан, Россия) на основе штаммов *Enterococcus faecium* (2×10^{10} КОЕ), *Lactobacillus plantarum* (1×10^5 КОЕ), *Lactobacillus buchneri* (1×10^5 КОЕ), *Propionibacterium freudenreichii* subsp. *Shermanii* (2×10^8 КОЕ), *Bifidobacterium bifidum* (1×10^9 КОЕ)) – 1 г/кг корма, УДЧ SiO_2 (ИП Хисамутдинов Р.А., Россия) – 200 мг/кг корма, для Zn (ООО «Квадрат-С», г. Москва, Россия) – 20 мг/кг корма, I (ООО «Квадрат-С», г. Москва, Россия) – 0,6 мг/кг корма, Cr (ООО «Квадрат-С», г. Москва, Россия) – 2 мг/кг корма, Co (ООО «НПК «Асконт+», г. Серпухов, Россия) – 2 мг/кг корма.

Отбор крови проводили в последний день эксперимента путём отсечения хвостового плавника в вакуумные пробирки с активатором свёртывания.

Исследования крови проведены по стандартизированным методикам на базе ЦКП БСТ РАН (г. Оренбург) (<http://цкп-бст.рф>).

Статистическая обработка проведена с помощью программы «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США), при значениях с $P \leq 0,05$, $P \leq 0,01$ и $P \leq 0,001$ результаты считались статистически значимым.

Результаты исследования. Использование в рационе рыб биологически активных кормовых добавок способствовало изменению показателей биохимии крови (рисунки 1–4).

Так, уровень глюкозы (рисунок 1) имел достоверные различия с контролем во II, III, IV группах, где показатель был выше на 42–49 % ($P \leq 0,05$). При этом только в I группе концентрация глюкозы была в пределах физиологической нормы для рыб (1,5–4 ммоль/л) [1]. Концентрация глюкозы связана с влиянием рациона на физиологический стресс, а также отражает изменения в метаболических и энергетических процессах [7].

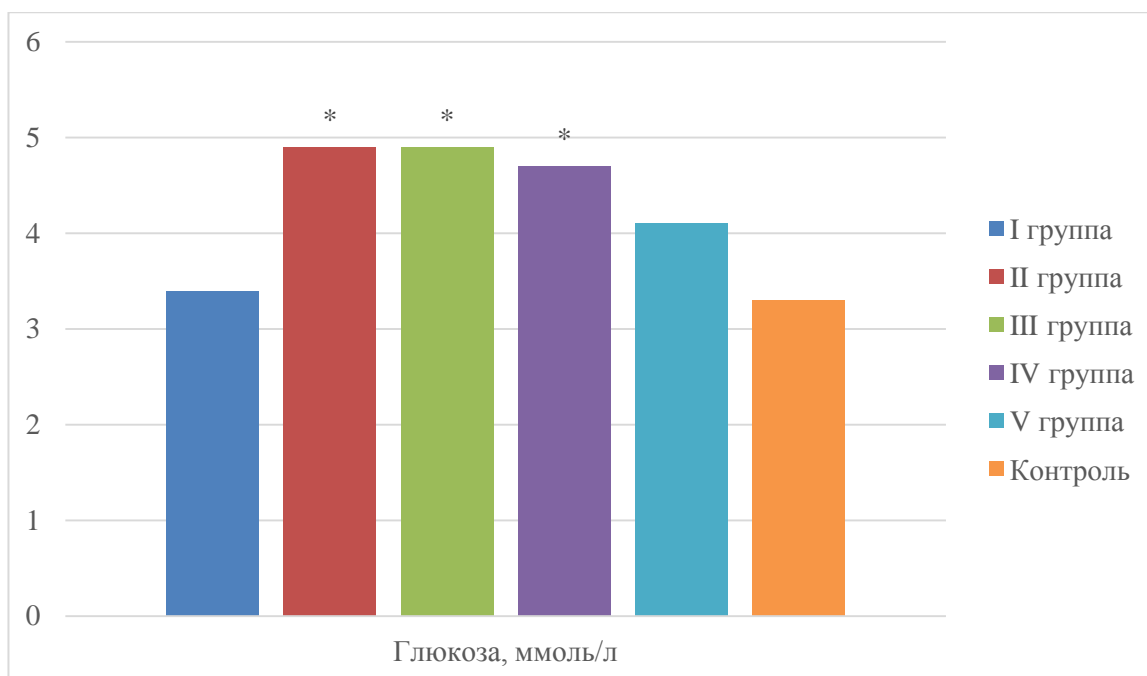


Рисунок 1 – Уровень глюкозы в крови карпа

Кроме того, отмечалось изменение концентраций аспартаминотрансферазы (АСТ) (рисунок 2) и аланинаминотрансферазы (АЛТ) (рисунок 3). Уровень АЛТ имел достоверные различия во II и IV группах, где концентрация АЛТ превышала контроль на 53 % ($P \leq 0,001$) и 45 % ($P \leq 0,01$) соответственно. В то же время уровень АСТ повышался во всех опытных группах относительно контроля от 28 % ($P \leq 0,01$) до 66 % ($P \leq 0,001$).

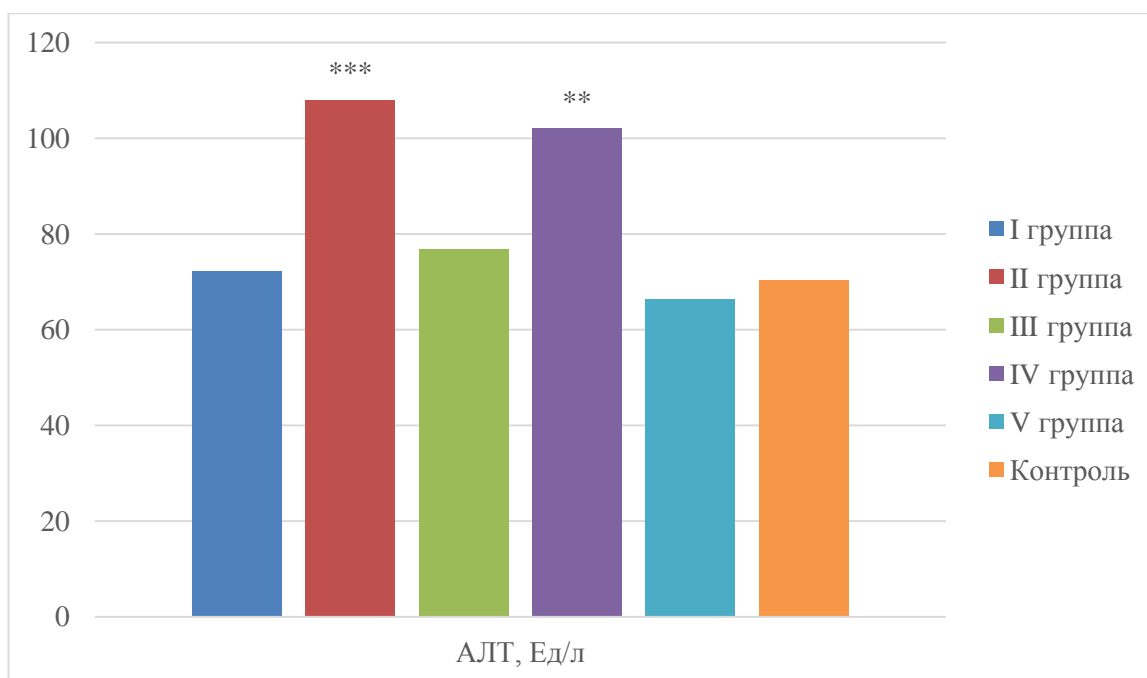


Рисунок 2 – Уровень АЛТ в крови карпа

Связь между уровнями АСТ и АЛТ неразрывна. Оба показателя отражают влияние рациона на функционирование пищеварения. Резкое увеличение показателей может негативно сказываться на нормальном функционировании печени [8]. В тоже время повышение АСТ и АЛТ возможно при улучшении двигательной активности на фоне использования в рационах биологически активных кормовых добавок [6].

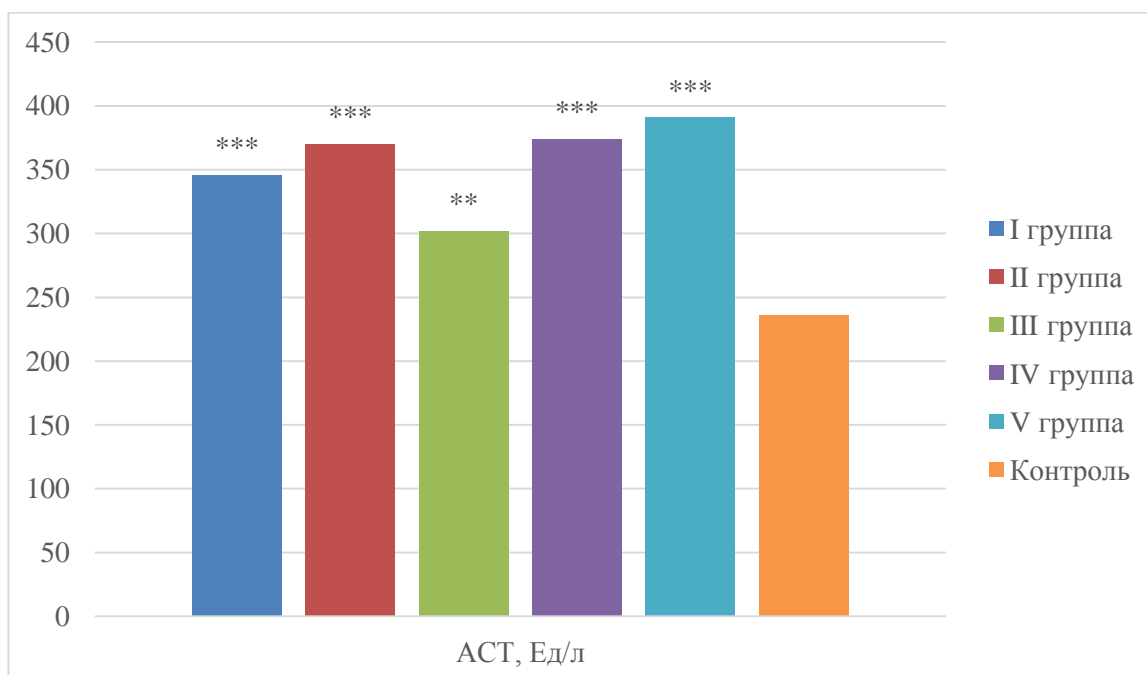


Рисунок 3 – Уровень АСТ в крови карпа

Изучение концентрации общего белка в крови рыб (рисунок 4) показало повышение показателя во всех опытных группах от 11 % ($P \leq 0,05$) в I группе до 23 % ($P \leq 0,01$) в IV группе.

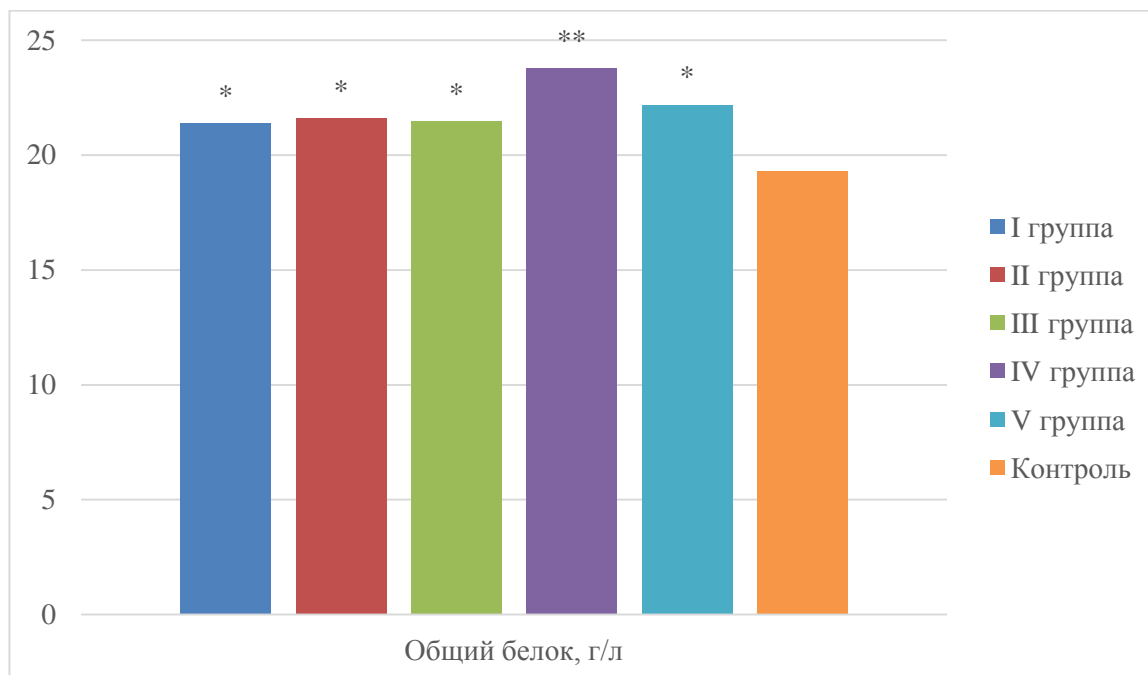


Рисунок 4 – Уровень общего белка в крови карпа

В нашем исследовании выявлено повышение показателей АСТ и АЛТ, в то же время уровень общего белка указывает на отсутствие негативного воздействия на печень. Увеличение общего белка связано с улучшением обмена веществ и повышением интенсивности питания [2].

Заключение. Таким образом, биологически активные кормовые добавки, использованные в кормлении карпа, привели к изменениям биохимического состава крови. Благоприятное воздействие на организм рыб выявлено при использовании в рационе ванилина в дозировке 25 мг/кг корма.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (соглашение № 075-15-2024-550).

Список литературы

1. Ахметова, В.В., Васина С.Б. Оценка морфологической и биохимической картины крови карповых рыб, выращиваемых в ООО «Рыбхоз» Ульяновского района Ульяновской области / В.В. Ахметова, С.Б. Васина. – Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3 (31). – С. 53–58.

2. Жандалгарова, А.Д. Оценка влияния пробиотического препарата на энтеросорбенте "Флорин форте" на физиолого-иммунологическое состояние бестера / А.Д. Жандалгарова, А.А. Бахарева, Ю.Н. Грозеску. – Вестник

Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2023. – № 4. – С. 42–47.

3. Зуева, М.С. Современный опыт включения биологически активных кормовых добавок в рацион рыб (обзор) / М.С. Зуева. – Животноводство и кормопроизводство. – 2022. – Т. 105. – № 4. – С. 146–164.

4. Килякова, Ю.В. Влияние фитобиотических кормовых добавок на рост и морфобиохимические показатели крови рыб / Ю.В. Килякова, Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, М.С. Аринжанова. – Животноводство и кормопроизводство. – 2022. – Т. 105. – № 3. – С. 115–125.

5. Мингазова, М.С. Биологическое действие кормовых добавок на организм карпа / М.С. Мингазова, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова, А.Е. Аринжанов. – Животноводство и кормопроизводство. 2023. – Т. 106. – № 3. – С. 121–137.

6. Омельченко, О.С. Особенности азотистого обмена и содержания нитрозаминов в тканях черноморских рыб, относящихся к разным экологическим группам / О.С. Омельченко, И.И. Чеснокова, И.Н. Залевская. – Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. – 2016. – Т. 2 (68). – № 2. – С. 47–57.

7. Liu, Y. Mitochondrial dysfunction in metabolic disorders induced by per- and polyfluoroalkyl substance mixtures in zebrafish larvae / Y. Liu [et al.]. – Environment international. – 2023. – V. 176. – P. 107977.

8. Nabi, N. Hematological and serum biochemical reference intervals of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* cultured in Himalayan aquaculture: Morphology, morphometrics and quantification of peripheral blood cells / N. Nabi, I. Ahmed, G.B. Wani. – Saudi Journal of Biological Sciences. – 2022. – V. 29 (4). – P. 2942–2957.

9. Syed, R. Growth performance, haematological assessment and chemical composition of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) fed different levels of Aloe vera extract as feed additives in a closed aquaculture system / R. Syed [et al.]. – Saudi Journal of Biological Sciences. – 2022. – V. 29 (1). – P. 296–303.

10. Ullah, M. Effect of cypermethrin on blood hematology and biochemical parameters in fresh water fish *Ctenopharyngodon idella* (Grass Carp) / M. Ullah [et al.]. – Cell and Molecular Biology. – 2022. – V. 68 (10-10). – P. 15–20.

МИКРОБИОМ КИШЕЧНИКА КАРПА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Мингазова М.С., Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор,
Аринжанов А.Е., канд. с.-х. наук, доцент,
Килякова Ю.В., канд. биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В настоящее время микробиом рассмотрен у более 140 видов костистых рыб, в том числе у карпа, данио рерио, осетров, лососей и др. При этом карпы и данио рерио остаются основными объектами исследования [3, 4]. Основной упор при изучении микробиома делают на различные факторы, способные оказать положительное действие на организм. Микробиом кишечника рыб играет важное значение в современной аквакультуре [7]. Данные по результатам секвенирования кишечных проб способны указать на действие кормовых добавок на рост и развитие гидробионтов. Кроме того, изучение кишечного микробиома направлено на снижение риска возникновения различных заболеваний у рыб, которые способны передаваться по пищевой цепочке и представлять угрозу для потребителя. Поэтому исследование микробиомного состава кишечника у рыб, в рацион которых входят различные кормовые препараты, является актуальным [1].

Цель исследования. Исследовать альфа- и бета-разнообразие кишечной микробиоты карпа при включении в рацион биологически активных веществ (БАВ).

Материалы и методы исследования. Эксперимент проведен на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ОГУ. В качестве объекта исследования были выбраны годовики карпа.

Контроль (К) потреблял основной рацион (ОР), представленный комбикормом КРК-110-1 (ОАО «Оренбургский комбикормовый завод»). Рыбам опытных групп дополнительно (путём напыления на ОР) вносили БАВ: V – ванилин; AG – ферментные препараты Амилосубтилин и Глюкаваморин; S – ультрадисперсные частицы диоксида кремния (УДЧ SiO₂); SV – УДЧ SiO₂ + ванилин; SVAG – УДЧ SiO₂ + ванилин + ферментные препараты Амилосубтилин и Глюкаваморин.

Дозировка ванилина («Sigma-Aldrich», Сент-Луис, США) составила 250 мг/кг корма, Амилосубтилин (ООО ПО «Сиббиофарм», г. Бердск, Россия) – 0,5 г/кг корма, Глюкаваморин (ООО ПО «Сиббиофарм», г. Бердск, Россия) – 0,5 г/кг корма, УДЧ SiO₂ (ИП Хисамутдинов Р.А., Россия) – 200 мг/кг корма.

Кормление осуществляли 4 раза в сутки в количестве 5 % от массы тела рыб. Расчёт задаваемого корма проводили еженедельно по результатам привеса.

Взятие проб кишечника проводили в последний день эксперимента. Изучение микробиома проводили по стандартизированной методике [2] на базе Центра коллективного пользования «Персистенция микроорганизмов» (Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, г. Оренбург).

Обработка результатов выполнялась при помощи программы FastQC с использованием баз данных (Ribosomal Database Project (RDP) и NCBI Nucleotide BLAST).

Результаты исследования. Включение БАВ в рацион карпа привело к качественному и количественному изменению микробиоты кишечника у подопытных рыб по отношению к контрольным результатам (рисунки 1–3).

Анализ альфа-разнообразия кишечной микробиоты карпа показал значительное снижение индексов разнообразия Шеннона (рисунок 1) и Симпсона (рисунок 2) в группах V и SVAG. В то же время в других подопытных группах значительных изменений относительно K не установлено.

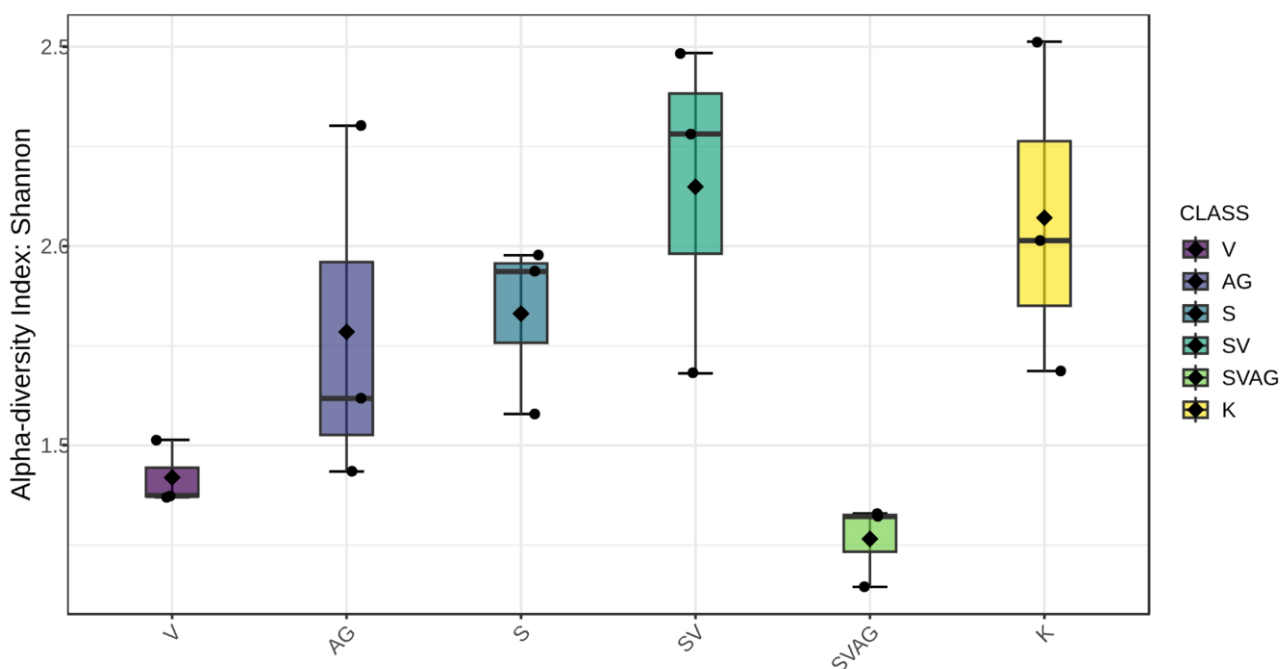


Рисунок 1 – Индекс разнообразия Шеннона

В группе V индекс разнообразия Шеннона снижался до 1,37–1,51, а в группе SVAG – до 1,14–1,33. В то же время контрольные показатели были в пределах 1,69–2,51. Индекс разнообразия Шеннона суммирует количество информации о численности и видовом составе микроорганизмов, учитывая их доминирование. В нашем исследовании индекс Шеннона в группах V и SVAG значительно отличался от других результатов, что указывало на доминирование небольшого числа видов. В то же время высокие значения индекса Шеннона в других опытных группах и контроле отражало большое видовое разнообразие и равное распределение между ними [5].

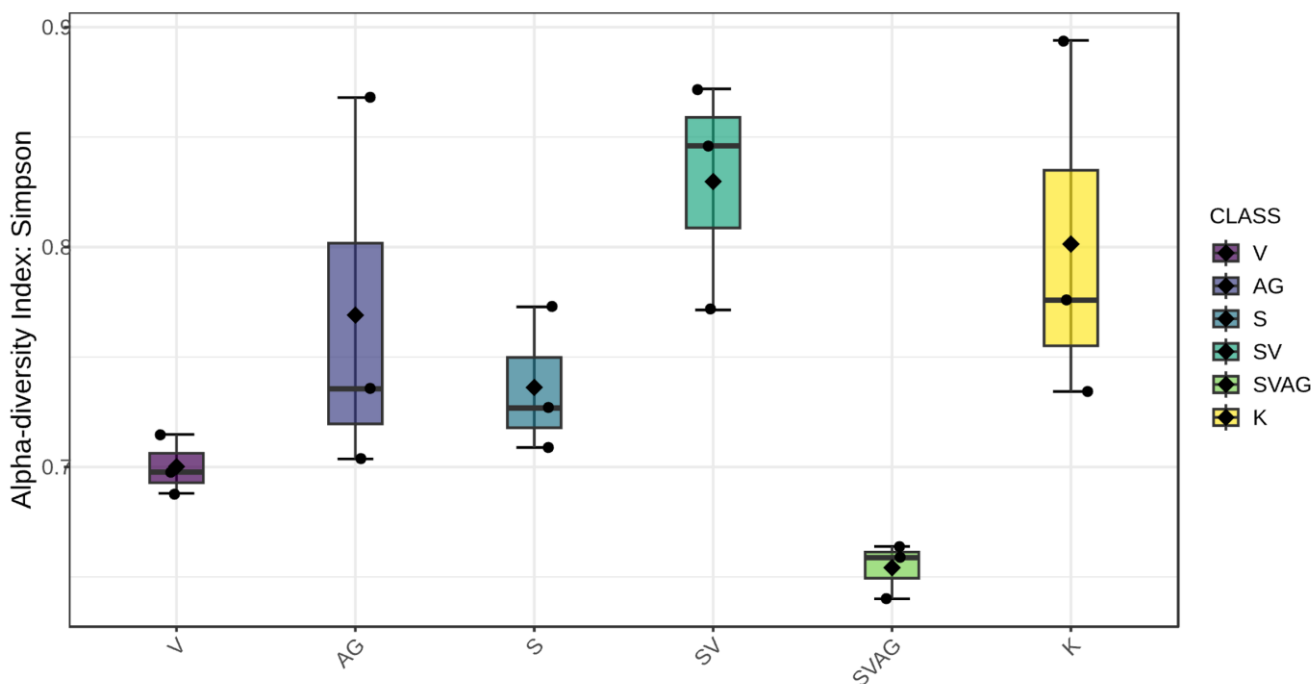


Рисунок 2 – Индекс разнообразия Симпсона

Равномерность распределения видового разнообразия кишечной микробиоты отражает индекс Симпсона. При его изучении в группах V и SVAG индекс снижался до 0,69–0,71 и до 0,64–0,66 соответственно. В группе K показатель находился в пределах 0,73–0,89.

Исследование бета-разнообразия на основе дистанций Брея-Кёртиса (рисунок 3) показало явное выделение двух кластеров. Основное распределение выявлено в кластере № 2, в который входила контрольная группа. При этом кластер № 1 максимально удален от контрольных образцов, и был образован точками, соответствующим образцам из групп V и SVAG, частично отмечены точки из образцов группы AG.

Таким образом, изучение микробиома кишечника рыб в настоящее время является актуальным направлением в современной аквакультуре в связи с поиском новых биоактивных соединений с терапевтическим и лечебным потенциалом для их дальнейшего использования. Микробиом кишечника у рыб выполняет важнейшие биологические функции в пищеварении, регулирует иммунный ответ и оказывает положительное действие на снижение активности патогенных микроорганизмов [6]. В нашем исследовании было установлено снижение индексов Шеннона и Симпсона при выделении отдельного кластера у групп V и SVAG. Конкретная роль изменения показателей в указанных группах наталкивает на роль ванилина как ингибитора кворум сенсинга бактерий при стимуляции изменения микробиомного состава у карпа.

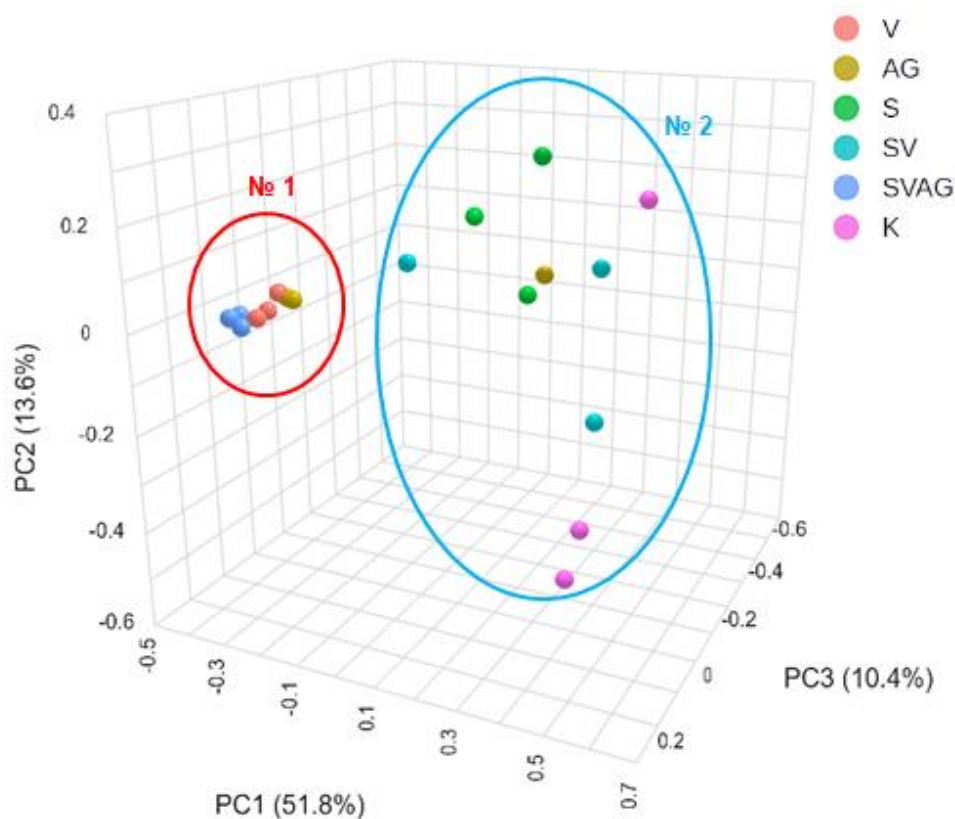


Рисунок 3 – Трёхмерное распределение кишечной микробиоты рыб на основе дистанций Брея-Кёртиса

Заключение. По результатам исследований установлено, что БАВ оказывали влияние на альфа- и бета-разнообразие кишечной микробиоты карпа. Выявлено, что наибольшее значение на состав микробиома оказали рационы, в состав которых входили либо ванилин, либо комплекс из ванилина, ферментных препаратов и УДЧ.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (соглашение № 075-15-2024-550).

Список литературы

1. Зуева, М.С. Современные исследования по изучению микробиома кишечника рыб (обзор) / М.С. Зуева, Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова. – Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106. – № 2. – С. 198–213.
2. Шейда, Е.В. Микробиом рубца молодняка крупного рогатого скота, получавшего пищевые добавки с медью и травой полыни: состав и функциональный профиль / Е.В. Шейда [и др.]. – Аграрный научный журнал. – 2024. – № 1. – С. 96–105.
3. Chang, X. *Bacillus coagulans* SCC-19 maintains intestinal health in cadmium-exposed common carp (*Cyprinus carpio* L.) by strengthening the gut barriers, relieving oxidative stress and modulating the intestinal microflora / X.

Chang [et al.]. – *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2021. – V. 228. – P. 112977.

4. Nadal, A.L. Feed, Microbiota, and Gut Immunity: Using the Zebrafish Model to Understand Fish Health / A.L. Nadal [et al.]. – *Frontiers in Immunology*. – 2020. – V. 11. – P. 114.

5. Schiano-Lomoriello, D. Infectious Keratitis: Characterization of Microbial Diversity through Species Richness and Shannon Diversity Index / D. Schiano-Lomoriello [et al.]. – *Biomolecules*. – 2024. – V. 14 (4). – P. 389.

6. Uniacke-Lowe, S. The Marine Fish Gut Microbiome as a Source of Novel Bacteriocins / S. Uniacke-Lowe [et al.]. – *Microorganisms*. – 2024. – V. 12 (7). – P. 1346.

7. Xu, M. Microbiome analysis reveals the intestinal microbiota characteristics and potential impact of *Procambarus clarkii* / M. Xu [et al.]. – *Appl Microbiol Biotechnol*. – 2024. – V. 108 (1). – P. 77.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ЯГОДНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЙОГУРТОВ

Мингазова М.С., Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор,
Догарева Н.Г., канд. с.-х. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Последние тенденции современного мира стремятся повысить качество жизни человека и продвигают идеи здорового образа жизни, в том числе за счёт потребления полезных продуктов, которые положительно влияют на организм, снижают риск развития заболеваний и повышают общий иммунитет [10]. С первых дней жизни важной частью рациона человека являются молочные продукты. В настоящее время молочная промышленность выпускает различные наименования, среди наиболее популярных у потребителей кисломолочных продуктов выделяют сметану, сыр, творог, кефир, творожные массы и сырки, йогурты и др. [1]. Содержание в них полезных витаминов, минералов и микроэлементов, в том числе кальция, калия, фосфора, магния, железа, витаминов А, D, В₁₂, РР, имеет высокое значение в поддержание здоровья потребителя [17].

В этой связи ряд молочных продуктов (например, кисломолочных) часто используют в профилактике разных заболеваний желудочно-кишечного тракта [3]. В современных условиях кисломолочные продукты зарекомендовали себя и как профилактика дисбактериоза после перенесённого COVID-19. Их ежедневное потребление у переболевших людей способствовало повышению иммунорезистентности и укреплению здоровья за счёт улучшения микробиоты кишечника [12].

Кроме того, возможно усиление полезных свойств молочных продуктов при включении в их состав дополнительных пищевых, вкусовых и ароматических компонентов. Самыми популярными добавками являются ягоды, фрукты, про- и пребиотики [5, 7, 13], а новыми компонентами выделяют продукты рыбоводства [2]. И всё же наиболее востребованными в молочной промышленности являются ягоды, в которых содержится большое число витаминов и антиоксидантов, и которые способствуют улучшению вкусовых качеств [17].

Таким образом, **целью обзора** является изучение литературных данных о применении ягодных наполнителей в технологии приготовления йогуртов.

Наиболее востребованным молочным продуктом, в состав которого входят ягодные наполнители, являются йогурты. Йогурт – популярный кисломолочный продукт, имеющий различные виды и известный своими питательными и нутрацевтическими свойствами. Его технология включает ферментацию молока с бактериями (например, *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*) с образованием молочной кислоты, в

результате чего снижается рН молока и получается характерный вкус и густая текстура [16]. В качестве ягодных наполнителей в йогуртах используют аронию, чернику, облепиху, черную смородину, клубнику, землянику и др. [17].

В исследованиях Захарова В.Л. и его коллег (2021) описано применение земляники, вишни, черники и клюквы в производстве йогуртов. Исследователи пришли к выводу, что плоды не приводят к негативному воздействию на органолептические показатели продукта, цвет йогуртов изменялся до светло-розового (вишня, земляника, клюква) и светло-голубого (черника) цвета. Кроме того, ягоды способствовали улучшению вкуса, за исключением клюквы. При этом наилучшие результаты были получены при использовании черники [6].

Повышение сроков хранения возможно при использовании плодово-ягодных концентратов для наполнения альгинатных капсул. Их использование, в основу которых легли различные концентрации вишни, винограда, яблок, черной смородины, земляники и малины, привело к повышению сроков хранения йогурта при получении натурального и полезного продукта с ярко выраженным вкусом [11].

Елисеева Л.И. совместно с коллегами (2022) исследовали влияние диких ягод Якутии (брусники, земляники, красной и черной смородины, голубики и черники) на физико-химические показатели йогурта. Дикie ягоды способствовали повышению массовой доли белка до 4,2 % (в йогурте без наполнителя показатель был 2,8 %), массовой доле углеводов и энергетической ценности. Таким образом, использование диких ягод в качестве наполнителя йогурта привело к получению высококачественного продукта, при улучшении вкуса и пищевой ценности [5].

Современный потребитель чаще выбирает йогурты, в состав которых входят несколько вкусовых наполнителей. Так, совместное использование в качестве наполнителя для йогурта сушеных ягод ирги и гидроколлоида из псиллиума приводило к увеличению сроков хранения йогурта и повышению пищевой ценности. Цвет функционального продукта за счет ирги приобрел сине-фиолетовый оттенок. А дегустация опытного образца показала лучшие результаты по сравнению с контрольным без наполнителя йогуртом [15].

Похожий результат был получен при использовании в йогуртах жимолости и грецких орехов. Их использование в количестве 10, 20 и 30 грамм в качестве наполнителя способствовало повышению массовой доли жира (при 30 г) и массовой доли белка (при 10 г) при улучшении физико-химических показателей во всех опытных образцах [8].

Другим примером совместного использования сухих порошков ягод черники и клюквы с пророщенными семенами льна есть в работе Деминой Е.Н. и её коллег (2020). Исследователи изучили использование порошка в концентрации от 0,2 до 1,0 % и пришли к выводу, что наиболее рационально вносить 0,5 % ягодных порошков и 2 % пророщенных семян льна. Разработанный продукт обладал однородной консистенцией, хорошими органолептическими показателями, приятным вкусом, при этом физико-химические и микробиологические показатели соответствовали нормам. Кроме

того, было выявлено повышение количества аминокислот до 7 % в опытных образцах [4].

Совместное включений в йогурт сока облепихи и сиропа шиповника в количестве не менее 1,5 % способствовало изменению органолептических свойств, в том числе в некоторых образцах изменялся внешний вид. В целом, лучшие результаты были получены при обогащении йогурта соком облепихи на 20 % от массы готового продукта и с 15 % сиропа шиповника [14].

Помимо традиционных способов приготовления йогурта существуют и новые технологии. Так, Краснова И.С. совместно с коллегами (2022) рассмотрели использование сублимированных йогуртов с ягодным пюре в питании населения, работающего в условиях Крайнего Севера. Установлено, что сублимация продукта при низких температурах не снижала полезных качеств, в йогурте было большое содержание антиоксидантов [9].

Заключение. Таким образом, применение в технологии приготовлений йогуртов ягодных наполнителей способствует улучшению органолептических качеств готовых продуктов и повышает питательную ценность. Наиболее часто используемая ягода в приготовлении йогуртов – вишня, черная смородина, малина, клубника. Популярным направлением в технологии приготовления йогуртов является многокомпонентный состав, за счёт чего повышается пищевая ценность и улучшается работа желудочно-кишечного тракта. Кроме того, актуально использовать в качестве наполнителей дикорастущие ягоды и местные ягоды.

Список литературы

1. Альшевская, М.Н. Основные направления проектирования и разработки растительных аналогов кисломолочных продуктов / Альшевская М.Н., А.А. Кочина. – Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. – 2023. – № 3. – С. 69–76.
2. Богданова, Е.В. Применение водных биоресурсов для обогащения кисломолочных продуктов / Е.В. Богданова, Я.М. Рудова. – Актуальная биотехнология. – 2023. – № 3. – С. 17.
3. Гатиятулин, Ш.Н. Биотехнология кисломолочных напитков / Ш.Н. Гатиятулин, Е.Н. Ефремов. – Форум. – 2022. – № 1 (27). – С. 149–152.
4. Демина, Е.Н. Комплексная оценка качества йогурта обогащенного / Е.Н. Демина [и др.]. – Ползуновский вестник. – 2020. – № 1. – С. 56–60.
5. Елисеева, Л.И. Исследование качества йогурта с дикорастущими ягодами Якутии / Л.И. Елисеева, С.И. Протопова, Т.А. Капитонова. – Наукосфера. – 2022. – № 3-2. – С. 159–164.
6. Захаров, В.Л. Повышение витаминной ценности йогурта с помощью ягод торговой сети Липецкой области / В.Л. Захаров, Н.Ф. Щегольков, Е.С. Загрядских. – Агропромышленные технологии Центральной России. – 2021. – № 4 (22). – С. 31–39.

7. Захарова, И.Н. Влияние детских кисломолочных напитков, обогащенных пребиотиками и пробиотиками, на здоровье ребенка раннего возраста / И.Н. Захарова, И.В. Бережная, Е.В. Скоробогатова. – РЖМ. Мать и дитя. – 2022. – Т. 5. – № 3. – С. 253–261.
8. Кобякова, М.С. Обогащение йогурта растительными компонентами / М.С. Кобякова. – Матрица научного познания. – 2023. – № 3-1. – С. 137–139.
9. Краснова, И.С. Кисломолочные сублимированные продукты питания для населения, работающего в условиях Крайнего Севера / И.В. Краснова, Г.В. Семенов, Ж.Л. Гучок. – Российская Арктика. – 2022. – № 4 (19). – С. 61–68.
10. Лейтес, Е.А. Анализ показателей качества молока и молочных продуктов, в том числе для детского питания / Е.А. Лейтес, Л.С. Егорова, С.В. Темерев. – Ползуновский вестник. – 2021. – № 1. – С. 59–65.
11. Оспанов, А.Б. Новые рецептуры плодово-ягодных концентратов для наполнения капсул из альгинатной оболочки / А.Б. Оспанов [и др.]. – Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. – 2022. – Т. 10. – № 3. – С. 46–54.
12. Санькова, М.В. Значимость кисломолочных продуктов в реабилитации пациентов с постковидным синдромом / М.В. Санькова. – Научный альманах Центрального Черноземья. – 2022. – № 2-1. – С. 353–368.
13. Смирнова, Е.С. Биотехнологические особенности производства кисломолочного напитка на основе йогурта с добавлением фруктовых соков / Е.С. Смирнова [и др.]. – Вестник КрасГАУ. – 2024. – № 3 (204). – С. 229–235.
14. Табакаева, О.В. Органолептическая оценка качества симбиотического йогурта с биологически активными веществами облепихи и шиповника / О.В. Табакаева, А.В. Табакаев, В.В. Мелькунов. – АПК России. – 2020. – Т. 27. – № 5. – С. 860–866.
15. Широкова, Н.В. Влияние растительных добавок на физико-химические показатели йогурта / Н.В. Широкова, А.А. Куц. – Молочнохозяйственный вестник. – 2023. – № 4 (52). – С. 210–221.
16. Bankole, A.O. Application of natural and modified additives in yogurt formulation: types, production, and rheological and nutraceutical benefits / A.O. Bankole [et al.]. – Frontiers in Nutrition. – 2023. – V. 10. – P. 1257439.
17. Gheorghita, R.E. Biopolymers-Based Macrogels with Applications in the Food Industry: Capsules with Berry Juice for Functional Food Products / R.E. Gheorghita [et al.]. – Gels. – 2024. – V. 10 (1). – P. 71.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ НА КАФЕДРЕ БИОТЕХНОЛОГИИ ЖИВОТНОГО СЫРЬЯ И АКВАКУЛЬТУРЫ ОГУ

**Мирошникова Е.П., д-р биол. наук, профессор,
Мингазова М.С., Аринжанов А.Е., канд. с.-х. наук, доцент,
Килякова Ю.В., канд. биол. наук, доцент**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Роль аквакультуры в современном мире достаточно широка. Обеспечение мирового населения гидробионтами позволяет расширить рацион и повысить его качество за счёт большого содержания витаминов, макро- и микроэлементов в рыбе. Современная наука в области рыбоводства и рыболовства направлена на снижение вылова в естественных условиях и увеличение объемов выращивания водных биоресурсов в условиях аквакультуры. Исследователи в России активно развивают направление при помощи внедрения новых технологий в производство. Одним из важных инструментов является повышение качественного кормления за счёт включения в рацион выращиваемых видов различных дополнительных компонентов и препаратов. За годы использования кормовых добавок были успешно изучены пробиотики, пребиотики, ферменты, фитобиотики, макроэлементы и др. [13].

Цель статьи – кратко охарактеризовать историю исследований по изучению использования кормовых препаратов и ультрадисперсных частиц в рационах рыб, при проведении экспериментов на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры (БЖСиА) Оренбургского государственного университета (ОГУ). Обзор подготовлен в рамках исторической справки к 70-летию Оренбургского государственного университета.

За последние 20 лет на кафедре БЖСиА изучено свыше 40 кормовых добавок и их комплексов (таблица 1).

Таблица 1 – Изученные кормовые препараты, использованные в кормлении рыб на базе кафедры БЖСиА

Наименование препарата	Дозировка	Литературный источник
Карп (<i>Cyprinus carpio</i>)		
Бутитан	0,5 г/кг корма 2 г/кг корма	2, 29
Антибиотик «Ципрофлоксацин гидрохлорид»	100 мг/кг корма	16
Ванилин ¹	25 мг/кг корма 250 мг/кг корма	18, 19, 20

Наименование препарата	Дозировка	Литературный источник
Комплекс незаменимые аминокислоты (аргинин, лизин, метионин) ²	25 г/кг корма	22
	21 г/кг корма	
	10 г/кг корма	
Микрочастицы Fe ³	30 мг/кг корма	7
Микроэлементы Zn, Se, I ²	Zn – 1,36 мг/кг корма Se – 0,2 мг/кг корма I – 0,1 мг/кг корма	10
Микроэлементы Zn, I, Cr, Co ¹	Zn – 20 мг/кг корма I – 0,6 мг/кг корма Cr – 2 мг/кг корма Co – 2 мг/кг корма	20
Наноккомпозит Cu-C	0,8 мг/кг корма 2 мг/кг корма	21
Наноккомпозит Fe-C	0,8 мг/кг корма 2 мг/кг корма	17
Наноккомпозит Zn-C	0,8 мг/кг корма 2 мг/кг корма	15
Наночастицы Co ³	0,08 мг/кг корма	6, 7
Наночастицы Fe ³	30 мг/кг корма	28
Наночастицы Fe-Co ³	20 мг/кг корма	4, 30
	30 мг/кг корма	
	40 мг/кг корма	
Наночастицы Fe ₃ O ₄ ³	30 мг/кг корма	6
Пробиотик Атыш	0,08 г/кг корма	12
Пробиотик Бифидобиом ²	0,7 мг/кг корма	10
Пробиотик Субтилис	0,04 мл/кг корма	12
Пробиотик <i>Bifidobacterium bifidum</i> ²	1×10 ⁷ КОЕ/г, 14 доз	28
Пробиотический препарат «Соя-бифидум»	0,7 мл/кг корма	16
Пробиотический препарат на основе штаммов <i>Enterococcus faecium</i> (2×10 ¹⁰ КОЕ), <i>Lactobacillus plantarum</i> (1×10 ⁵ КОЕ), <i>Lactobacillus buchneri</i> (1×10 ⁵ КОЕ), <i>Propionibacterium freudenreichii</i> subsp. <i>Shermanii</i> (2×10 ⁸ КОЕ), <i>Bifidobacterium bifidum</i> (1×10 ⁹ КОЕ) ¹	1 г/кг корма	20

Наименование препарата	Дозировка	Литературный источник
УДЧ SiO ₂ ²	100 мг/кг корма 200 мг/кг корма 300 мг/кг корма	9, 22
УДЧ Zn	10 мг/кг корма	1
Ферментные препараты Амилосубтилин и Глюкаваморин ¹	По 0,5 г/кг корма каждый	19
Ферментный препарат Амилосубтилин ⁴	0,05 %	11
Ферментный препарат Ровабио XL	6,75 мг/кг корма	28
Фитопрепарат «Интебио»	0,5 г/кг корма 2 г/кг корма	2, 29
Фитопрепарат «Пробиоцид- Фито» ²	2 г/кг корма	1, 2
Экстракт Quercus cortex	1 мл/кг живой массы 2 мл/кг живой массы 3 мл/ко живой массы	24
<i>Danio rerio</i>		
Наночастицы CeO ₂	10 мг/дм ³ 100 мг/дм ³	18
Наночастицы Cu	0,001 мг/дм ³ 0,01 мг/дм ³ 0,1 мг/дм ³	23
Наночастицы CuO	0,001 мг/дм ³ 0,01 мг/дм ³ 0,1 мг/дм ³	23
Наночастицы Fe	0,1 мг/дм ³ 1 мг/дм ³ 10 мг/дм ³	3
Наночастицы Fe ₃ O ₄	0,414 мг/дм ³ 4,14 мг/дм ³ 41,4 мг/дм ³	3
Наночастицы MoO ₃	0,2 мг/дм ³	25
Наночастицы Ni	1 мг/дм ³ 1,3 мг/дм ³	8
Наночастицы SiO ₂	10 мг/дм ³ 100 мг/дм ³	26
Осетровые – стерлядь (<i>Acipenser ruthenus</i>) и ленский осётр (<i>Acipenser baerii</i>)		
Наночастицы сплава Cu-Zn	2,84 мг/кг корма	5, 27
Пробиотик Ветом 1.1	25 мг/кг корма	5, 27
Радужная форель (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)		

Наименование препарата	Дозировка	Литературный источник
Активированный уголь	1 г/кг корма 2 г/кг корма 3 г/кг корма	14
Карп (<i>Cyprinus carpio</i>) ⁵		
Нанокompозит Cu-C	0,2 мг/кг корма 0,4 мг/кг корма	–
Нанокompозит Mg-C	0,2 мг/кг корма 0,4 мг/кг корма	–
Нанокompозит Mn-C	0,2 мг/кг корма 0,4 мг/кг корма	–
Умбеллиферон	1 мг/кг корма 2 мг/кг корма 3 мг/кг корма	–

Примечание: в рамках указанных исследований защищены диссертационные работы на соискание ученой степени кандидатов биологических и сельскохозяйственных наук: ¹ – Мингазова М.С.; ² – Аринжанова М.С. (руководитель – Лебедев С.В.); ³ – Аринжанов А.Е.; ⁴ – Барабаш А.А.; ⁵ – исследования, выполняемые в настоящий момент, публикации по материалам находятся в печати.

В научных исследованиях кафедры БЖСиА постоянно идет поиск новых компонентов рациона, которые бы благоприятно повлияли на организм гидробионтов, приводя к повышению их продуктивности. Среди перспективных добавок выделяют наноформы микроэлементов, действие которых направлено на улучшение физиологического состояния при повышении метаболической активности. Использование различных кормовых добавок в кормлении рыб (таблица 1) приводило к положительному действию препаратов на организм карпа, осетровых и форели, в том числе на рост, метаболизм и стимуляцию иммунной системы. Кроме того, результаты исследований указывали на возможность применения ряда веществ в кормлении в качестве альтернативы антибиотикам.

Основными показателями эффективности использования кормовых добавок выступали: живая масса, морфо-биохимические показатели крови, элементный статус и микробиом кишечника рыб. Наиболее используемый вид гидробионтов – карп (*Cyprinus carpio*), на модели которого было изучено 71,8 % кормовых добавок. Основная часть исследований (свыше 90 %) проведены в условиях аквариумного стенда кафедры БЖСиА. Проведены исследования на модели радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в условиях ООО «Ирикла-рыба» на садковой линии. Большинство исследований проводятся в рамках грантов РНФ и Минобрнауки РФ.

Были изучены комплексы биологически активных веществ, из числа приведенных добавок. Использование сочетанного действия препаратов

способно улучшить влияние рациона на организм гидробионтов за счёт синергетического взаимодействия между различными веществами. Например, положительный эффект был получен при использовании УДЧ различных металлов совместно с пробиотикам, а также с незаменимыми аминокислотами.

Наши исследования приоткрывают огромный и многогранный мир взаимоотношений различных биологически активных веществ с живыми системами. Мы расширяемся и углубляемся, выходя на новый уровень. В настоящее время на базе кафедры идут изучения таких кормовых добавок, как нанокompозиты Mg, Mn, Cu, и ингибитор кворум сенсинга – умбеллиферон на модели карпа.

Заключение. Таким образом, за период 2000–2025 года проведено свыше 25 научных исследований, защищено 5 диссертационных работ. Новым направлением в современной науке стало изучение влияния металлов в ультрадисперсной и наноформе на организм рыб и их комплексов с биологически активными веществами. В настоящее время активно продолжается развитие изучения действия кормовых добавок в составе рациона на организм рыб на базе кафедры БЖСиА. Исследования проводятся в рамках грантов РНФ и Минобрнауки РФ.

Список литературы

1. Аринжанов, А.Е. Биологическое действие ультрадисперсных частиц цинка и фитобиотика на основе эфирных масел на организм карпа / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова. – Аграрный научный журнал. – 2024. – № 6. – С. 63–67.

2. Аринжанов, А.Е. Биологическое действие фитобиотиков на организм карпа / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова. – Journal of Agriculture and Environment. – 2024. – № 2 (42). – С. 1–5.

3. Аринжанов, А.Е. Влияние наночастиц железа и его оксида на гидробионты водных биоценозов / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Нанотехнологии в сельском хозяйстве: перспективы и риски: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 26-27 сент. 2018 г., Оренбург / под общ. ред. С. А. Мирошникова. – Оренбург: ФНЦ БСТ РАН, 2018. – С. 178–182.

4. Аринжанов, А.Е. Влияние наночастиц сплава Fe-CO на продуктивность молоди карпа / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Нанотехнологии в сельском хозяйстве: перспективы и риски: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 26-27 сент. 2018 г., Оренбург / под общ. ред. С. А. Мирошникова. – Оренбург: ФНЦ БСТ РАН, 2018. – С. 21–25.

5. Аринжанов, А.Е. Влияние ультрадисперсных частиц сплава Cu-Zn и пробиотического препарата Ветом 1.1 на рост, развитие и гематологические показатели молоди ленского осетра / А.Е. Аринжанов [и др.]. // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы V нац. науч.-практ. конф., 22-23 окт. 2020 г., Калининград / М-во сельского хоз-ва РФ [и др.]; под ред. А. А. Васильева. – Саратов: Амирит, 2020. – С. 22–26.

6. Аринжанов, А.Е. Воздействие наночастиц комплекса металлов на организм карпа / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова. – Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 2 (40). – С. 113–116.
7. Аринжанов, А.Е. Использование экструдированных кормов с добавлением наночастиц металлов в кормлении рыб / Аринжанов А. Е. [и др.]. – Вестник Оренбургского государственного университета. – 2012. – № 10. – С. 138–142.
8. Аринжанов, А.Е. Метаболизм никеля в тканях гидробионтов на фоне присутствия в водной среде никельсодержащих наночастиц / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова. – Микроэлементы в медицине. – 2021. – № S 1. – С. 11.
9. Аринжанова, М.С. Биологическое действие ультрадисперсных частиц диоксида кремния и комплекса аминокислот на организм карпа / М.С. Аринжанова [и др.]. – Ветеринария и кормление. – 2022. – № 5. – С. 4–7.
10. Аринжанова, М.С. Комплексное использование биологически активных добавок в составе корма для карпа (*Cyprinus carpio*) / М.С. Аринжанова [и др.]. – Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. – 2024. – № 2. – С. 130–136.
11. Барабаш, АА. Особенности межэлементных взаимодействий в организме животных при различной нутриентной обеспеченности / А.А. Барабаш [и др.]. – Вестник Оренбургского государственного университета. – 2008. – № 12 (94). – С. 72–75.
12. Зуева, М.С. Влияние пробиотиков на элементный состав мышечной ткани карпа / М.С. Зуева [и др.]. – Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106. – № 2. – С. 8–20.
13. Зуева, М.С. Современный опыт включения биологически активных кормовых добавок в рацион рыб (обзор) / М.С. Зуева. – Животноводство и кормопроизводство. – 2022. – Т. 105. – № 4. – С. 146–164.
14. Иньшин, О.В. Биологическое действие активированного угля в качестве кормовой добавки на организм радужной форели / О.В. Иньшин, Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов. – Животноводство и кормопроизводство. – 2024. – Т. 107. – № 1. – С. 147–160.
15. Килякова, Ю.В. Биологическое действие нанокompозита Zn-C на организм рыб / Ю.В. Килякова [и др.]. – Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2024. – № 5 (77). – С. 249–255.
16. Килякова, Ю.В. Биохимические показатели крови молоди карпа на фоне введения в рацион экстракта коры дуба (*Quercus cortex*) / Ю.В. Килякова [и др.]. // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы V нац. науч.-практ. конф., 22-23 окт. 2020 г., Калининград / М-во сельского хоз-ва РФ [и др.]; под ред. А. А. Васильева. – Саратов: Амирит, 2020. – С. 122–127.

17. Маленкина, К.А. Влияние ультрадисперсных частиц железа на углеродной матрице на рост и развитие карпа / К.А. Маленкина [и др.]. – Ветеринария и кормление. – 2024. – № 6. – С. 52–55.
18. Мингазова, М.С. Влияние комплекса биологически активных веществ на химический состав мышечной ткани карпа / М.С. Мингазова [и др.]. – Аграрный научный журнал. – 2024. – № 7. – С. 77–82.
19. Мингазова, М.С. Концентрация химических элементов в мышечной ткани карпа при включении в рацион биологически активных веществ / М.С. Мингазова [и др.]. – Животноводство и кормопроизводство. – 2023. – Т. 106. – № 4. – С. 18–29.
20. Мингазова, М.С. Оценка влияния биологически активных кормовых добавок на показатели крови рыб / М.С. Мингазова // Наука будущего - наука молодых: материалы III Всерос. молодеж. науч.-практ. конф., посвящ. памяти заслуженного деятеля науки РСФСР К. А. Акопяна и 300-летию Рос. акад. наук. Оренбург, 07-08 нояб.2024 г. / науч. ред. С. В. Лебедев. – Оренбург: Изд-во ФНЦ БСТ РАН, 2024. – С. 97–100.
21. Мирошников, Е.П. Опыт применения нанокompозита Cu-C в рационе карпа / Е.П. Мирошникова [и др.]. // Актуальные проблемы прикладной биотехнологии и инженерии: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию образования фак. приклад. биотехнологии и инженерии, Оренбург, 21 июня 2024 г. / Оренбург. гос. ун-т; ред. Е.В. Волошин. – Оренбург: ОГУ, 2024. – С. 270–274.
22. Мирошникова, Е.П. Анализ взаимосвязи изменения состава микробиома кишечника и аминокислотного состава печени карпа (*Cyprinus carpio*) на фоне использования в кормлении различных биологически активных добавок / Е.П. Мирошникова [и др.]. – Рыбное хозяйство. – 2024. – № 2. – С. 88–94.
23. Мирошникова, Е.П. Влияние наночастиц Cu и CuO на антиоксидантную систему *Danio rerio* / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова. – Микроэлементы в медицине. – 2021. – № S 1. – С. 12–13.
24. Мирошникова, Е.П. Комплексная оценка влияния *Quercus cortex* на состояние микробиома кишечника с опосредованным действием на рост карпа / Е.П. Мирошникова [и др.]. – Пермский аграрный вестник. – 2024. – № 1 (45). – С. 91–97.
25. Мирошникова, Е.П. Микробиом кишечника и обмен макроэлементов в теле рыб на фоне присутствия в водной среде наночастиц молибдена / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова. – Микроэлементы в медицине. – 2021. – № S 1. – С. 14.
26. Мирошникова, Е.П. О токсичности и прооксидантном эффекте наночастиц CeO_2 и SiO_2 (на модели *Danio rerio*) / Е.П. Мирошникова [и др.]. – Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – № 6. – С. 921–928.
27. Мирошникова, Е.П. Токсические элементы в тканях молоди стерляди (*Acipen serruthenus*) при включении в рацион наночастиц сплава Cu-Zn и

культуры *Bacillus subtilis* / Е.П. Мирошникова [и др.]. – Микроэлементы в медицине. – 2021. – № S 1. – С. 49–50.

28. Мирошникова, Е.П. Элементный статус рыб при введении в рацион наночастиц железа, ферментных и пробиотических препаратов / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова. – Микроэлементы в медицине. – 2021. – № S 1. – С. 15–16.

29. Сизенцов, А.Н. Экспериментальная оценка взаимосвязи индигенного состава микрофлоры кишечника и элементного статуса карпа обыкновенного (*Cyprinus carpio*) на фоне применения новой кормовой добавки / А. Н. Сизенцов [и др.]. – Аграрная наука. – 2024. – № 8. – С. 88–95.

30. Arinzhanov, A.E. Effect of different doses of trace element antagonist nanopreparations (Fe and Co) on fish elemental status / A.E. Arinzhanov [et al.] // Trace Elements and Electrolytes, 2021. – Vol. 38, Iss. 3: Meeting of the Russian Society for Trace Elements in Medicine (RUSTEM): Abstracts of the Meeting in Orenburg State University, 12-13 May 2021, Orenburg, Russia / Orenburg State University, Orenburg, Russia; Trace Element Institute for UNESCO, Lyon, France; Russian Society for Trace Elements in Medicine (RUSTEM), Moscow, Russia. – P. 135–136.

МЯГКИЕ СЫРЫ ИЗ СМЕСИ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ

**Мирошникова Е.П., д-р биол.наук, профессор,
Клычкова М.В., канд. биол. наук, доцент,
Кичко Ю.С., канд. биол. наук, доцент, Мохиборода О.А.**
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Современный прогресс активно захватывает перерабатывающую промышленность, включая производство широкого ассортимента мягких сыров как отечественного, так и зарубежного происхождения.

Ассортимент сыров, созданных из молока коров, овец и коз, и их смесей, демонстрирует значительное разнообразие [5]. Производители молочных продуктов, в том числе и сыров, стремятся к выпуску функциональных продуктов с лечебно-профилактическими характеристиками и гипоаллергенных продуктов для специальной аудитории и в целом для общего потребления. Такой подход в настоящее время актуализирует развитие производства товаров с использованием козьего молока [1,4].

Одним из перспективных векторов в сыродельной индустрии является расширение линии мягких сыров, особенно тех, что базируются на смесях коровьего и козьего молока, демонстрируя уникальные органолептические и биологические качества, отличные от традиционных сыров.

Отмечается, что наиболее перспективным продуктом для начинающих сыроделов в секторе малого бизнеса являются мягкие сыры, не требующие созревания. Технология таких сыров наиболее подходит для развития фермерского сыроделия на начальном этапе его развития. Большое значение имеет и высокая рентабельность производства мягких сыров, которая достигается за счет более короткого производственного цикла, так как исключается фаза созревания [2].

В зависимости от особенностей производства и технологических показателей мягкие сыры можно разделить на несколько отдельных групп, которые различаются по типу свертывания молока, используемого бактериального препарата, условиям созревания, температурно-временным режимам производства, использованию немолочного сырья, плесневых грибов рода *Penicillium* и некоторых других факторов [6].

Мягкие сыры представляют собой сложно организованные дисперсные системы, отличающиеся вязкопластично-упругими свойствами. В процессе их производства дисперсная структура может быть разрушена в разной мере, что существенно изменяет структурные и механические свойства продукта и влияет на его качество. Важную роль здесь играют реологические характеристики, среди которых текучесть, вязкость, прочность и упругость [7].

Формирование реологических свойств обусловлено множеством факторов, таких как характеристики молока, дозировка и вид

молокосвертывающих ферментов и заквасок, количество кальциевых ионов, температурные режимы процесса свертывания, а также начальная кислотность молочной смеси или молока. Кроме того, характер образования сгустка, который служит основой для дальнейшего формирования сырного зерна, наряду с длительностью свертывания, также оказывает неизгладимое влияние на конечное качество продукта [3].

Исследования ставят цель выявить отличия в структурно-механических свойствах мягкого сыра, получаемого из козьего и коровьего молока, а также их комбинаций в различных пропорциях. Для анализа влияния различной доли молочного сырья в смеси на структурообразование мягких сыров, не проходящих процесс созревания, планируется разработка экспериментальных образцов с разнообразным соотношением коровьего и козьего молока.

Исходя из этого, исследование сосредоточено на создании рецептур и технологических процессов для мягкого сыра, не требующего созревания, из смеси коровьего и козьего молока.

Основным сырьем для изготовления мягкого сыра является молоко коровье сырое в соответствии с ГОСТ Р 52054-2023 и молоко козье сырое в соответствии с ГОСТ 32940-2014.

Интерес исследования обоснован ожиданием новых, оригинальных сочетаний органолептических свойств разрабатываемого сыра в зависимости от выбранных технологических режимов.

Первым этапом работы являлось изучение и анализ научно-технической литературы, определение целей, задач и объектов исследования.

На втором этапе будут проведены исследования физико-химического состава и технологических свойств основного сырья для производства мягкого сыра: коровьего и козьего молока.

Дальнейший этап плана проведения исследования – определение оптимального соотношения молочного сырья в смеси и разработка рецептуры для изготовления мягкого сыра.

В завершение работы планируются изготовление мягкого сыра без созревания в соответствии с разработанной рецептурой и исследования готового продукта на физико-химические микробиологические показатели и на показатели пищевой ценности.

Список литературы

1. Гаврилова, Н.Б. Козье молоко - биологически полноценное сырьё для специализированной пищевой продукции / Н. Б. Гаврилова, Е. М. Щетинина // Хранение и переработка сельхозсырья. — 2019. — № 1. — С. 66-75. — ISSN 2072-9669. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/311513> (дата обращения: 03.01.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Гаврилова, Н. Б., Состояние и перспективы развития производства мягких и полутвёрдых сыров на основе козьего молока / Н. Б. Гаврилова, Н. В. Gavrilova, Е. М. Щетинина [и др.] // Ползуновский вестник. — 2022. — № 4-1.

— С. 126-132. — ISSN 2072-8921. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/338684> (дата обращения: 03.01.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Догарева, Н. Г. Технология цельномолочных продуктов [Электронный ресурс]: лабораторный практикум для обучающихся по образовательной программе высшего образования по направлению подготовки 19.03.03 Продукты питания животного происхождения / Н. Г. Догарева, М. В. Клычкова, Ю. С. Кичко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2022. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. - Систем. требования: Intel Core или аналогич.; Microsoft Windows 7, 8, 10 ; 512 Мб ; монитор, поддерживающий режим 1024x768 ; мышь или аналогич. устройство. - ISBN 978-5-7410-2805-6.. - № гос. регистрации 0322204180.

4. Клычкова, М. В. Биологическая безопасность сырья и продуктов животного происхождения [Электронный ресурс] : электронный курс лекций / М. В. Клычкова, Ю. С. Кичко; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург : ОГУ, 2021. - 6 с- Загл. с тит. экрана.

5. Мусина, О. Н., Мягкий сыр из смеси коровьего и козьего молока / О. Н. Мусина, О. Н. Musina, Н. И. Бондаренко [и др.] // Ползуновский вестник. — 2022. — № 4-1. — С. 149-153. — ISSN 2072-8921. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/338684> (дата обращения: 27.12.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

6. Остроумов, Л.А. ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА МЯГКИХ СЫРОВ / Л.А. Остроумов, И.А. Смирнова, Л.М. Захарова // Техника и технология пищевых производств. — 2015. — № 4. — С. 80-86. — ISSN 2074-9414. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/294758> (дата обращения: 18.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

7. Чечеткина, А.Ю. СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯГКИХ СЫРОВ ИЗ СМЕСИ МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ / А. Ю. Чечеткина, Л. А. Забодалова // Молочнохозяйственный Вестник. — 2019. — № 4. — С. 181-191. — ISSN 2225-4269. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/313382> (дата обращения: 27.12.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЙОГУРТА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Отегенова А.С., Дусаева Х.Б. канд. с-х. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

В последние десятилетия большое внимание уделяется качеству питания, поскольку оно оказывает непосредственное влияние на здоровье человека. Ускоренный ритм жизни, стрессовые ситуации, несбалансированное питание и потребление продуктов с низкой биологической ценностью создают предпосылки для развития различных заболеваний, таких как ожирение, сахарный диабет, гипертония и желудочно-кишечные расстройства.

Колобова С.В., Памбухчиянц О.В. отмечают, что функциональное питание играет важную роль в решении этих проблем [1].

Современные тенденции в пищевой промышленности направлены на разработку продуктов функционального питания, сочетающих в себе высокую питательную ценность и положительное воздействие на здоровье. Одним из таких продуктов является йогурт, который, благодаря своему уникальному составу и свойствам, широко используется в питании различных групп населения, включая детей, пожилых людей, спортсменов и пациентов с определенными заболеваниями [2, 4, 8, 9].

Новицкая Е.А., Бархатова Т.В. установили, что йогурт может быть базовым продуктом в системе функционального питания [7].

Функциональные продукты включают в себя компоненты, которые благотворно влияют на организм человека. К ним могут относиться пробиотики, пребиотики, витамины, минеральные вещества, антиоксиданты и пищевые волокна.

Йогурт, как один из самых популярных кисломолочных продуктов, обладает рядом преимуществ:

1. Пробиотические эффекты: йогурт содержит живые культуры молочнокислых бактерий, таких как *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*. Эти микроорганизмы улучшают микрофлору кишечника, способствуют нормализации пищеварения, повышают иммунитет и снижают риск возникновения воспалительных процессов [3].

2. Легкая усвояемость: Бархатова Т.В., Алтунян М.К. отмечают, что в процессе ферментации молочные белки расщепляются на более простые соединения, что делает йогурт легко усваиваемым продуктом, особенно для людей с непереносимостью лактозы [5].

3. Обогащение рациона: Сметанина Т.Л. установила, что йогурт является источником кальция, фосфора, витаминов группы В, особенно рибофлавина (В₂) и кобаламина (В₁₂), которые укрепляют костную систему и улучшают обмен веществ [4].

Технология производства йогурта основана на ферментации молока молочнокислыми бактериями.

На основании проведенных исследований авторы [2-7] отмечают, что необходимо уделить особенное внимание при производстве йогурта на следующие процессы:

- Подготовка сырья: молоко проходит этапы очистки, нормализации (установления оптимальной жирности) и пастеризации. Пастеризацию проводят при температуре 85-95 °С с целью уничтожения патогенных микроорганизмов и инактивации ферментов [4, 6].

- Ферментация: в готовое молоко добавляют бактериальные закваски, используются термофильные штаммы, способные активно развиваться при температуре 40-45 °С [3]. Процесс ферментации занимает от 4 до 8 часов. В результате жизнедеятельности бактерий лактоза (молочный сахар) превращается в молочную кислоту, способствующая загустению продукта и формированию его специфического вкуса [2, 3].

Красина И.Б. отмечает, что благодаря процессу ферментации данный продукт обогащается пробиотиками, которые способствуют нормализации обменных процессов и снижению уровня холестерина [2].

4. Охлаждение и упаковка: после завершения ферментации продукт охлаждают до температуры 4-6 °С для стабилизации структуры и увеличения срока годности [1].

Дождалева, М.И., Новицкая Е.А., Бархатова Т.В. [6, 7] считают, что важным направлением является обогащение йогурта функциональными добавками, которые расширяют его полезные свойства и делают продукт более привлекательным для потребителей:

- Пищевые волокна: продукт может быть обогащен пребиотиками, такими как инулин или олигофруктоза, стимулирующие росту полезной микрофлоры кишечника, нормализующие работу пищеварительного тракта, снижающие уровень холестерина [5].

- Минеральные вещества: добавление кальция, магния, железа и цинка, способствуют укреплению костей, улучшению кровообращения, повышению иммунитета [4].

- Антиоксиданты: экстракты ягод, фруктов или трав, богатые витаминами С, Е, полифенолами и каротиноидами, усиливают защиту клеток от повреждений, вызванных окислительным стрессом [6, 8].

- Белковые компоненты: Шилов Г.Ю. установил, что растительные белки, такие как соя или горох, улучшают аминокислотный состав йогурта [3].

Современные исследования подтверждают эффективность использования функциональных ингредиентов в технологии йогурта.

Бархатова Т.В., Алтунян М.К. отмечают, что введение натуральных фруктовых пюре повышает биологическую ценность продукта, обогащая его витаминами и антиоксидантами [5].

Еще одним перспективным направлением является использование биомассы микроводорослей, таких как спирулина, которая является источником белка, витаминов и минеральных веществ [7].

Технология производства оказывает существенное влияние на органолептические и физико-химические показатели йогурта. Следует также отметить, что продолжительность и температура ферментации определяют степень кислотности и консистенцию продукта [3].

Добавление стабилизаторов, таких как желатин или пектин, улучшает текстуру и предотвращает расслаивание сыворотки [2].

Использование высокотехнологичных методов обработки, таких как ультрафильтрация или гомогенизация, позволяет сохранить структуру белков, улучшить однородность продукта и продлить срок его хранения [6].

Функциональные йогурты являются неотъемлемой частью рациона современного человека. Они востребованы не только среди сторонников здорового образа жизни, но и в лечебном питании. Употребление такого продукта способствует улучшению общего состояния организма, укреплению иммунитета и профилактике заболеваний [5, 6, 8].

Исследование технологии производства йогурта функционального назначения подтверждает актуальность его внедрения в массовое потребление. Совершенствование рецептур, использование инновационных ингредиентов и методов обработки открывают новые перспективы для развития молочной промышленности. Это позволяет создавать продукты, сочетающие в себе высокую питательную ценность, отличные вкусовые качества и благотворное воздействие на здоровье человека.

Список литературы

1. Колобов, С.В. Товароведение и экспертиза плодов и овощей: учебное пособие / С.В. Колобов, О.В. Памбухчиянц. – М.: Дашков и К, 2010. – 397 с.
2. Красина, И.Б., Технология молочных продуктов: учебное пособие для вузов / Красина, И.Б., Шилов, Г.Ю. – М.: Колос, 2011. – 288 с.
3. Шилов, Г.Ю. Разработка технологии производства кисломолочных продуктов функционального назначения: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2010. – 29 с.
4. Сметанина, Т.Л. Технология продукции общественного питания: учебное пособие. Часть I / Т.Л. Сметанина. – Кемерово: КемТИПП, 2004. – 118 с.
5. Бархатова, Т.В. Разработка технологии продуктов функционального питания на основе натурального сырья / Т.В. Бархатова, М.К. Алтуньян, И.А. Хрипко, Л.А. Рыльская // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2005. – № 4. – С. 21-23.
6. Дождалева, М.И. Разработка технологий функциональных продуктов на основе молочных ингредиентов / Дождалева, М.И., Гончар, В.В., Калашнова, Т.В. // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011. – № 6. – С. 66-68.

7. Новицкая, Е.А. Исследование функциональных свойств микроводорослей для использования в продуктах питания. / Новицкая, Е.А., Бархатова, Т.В. // Техника и технология пищевых производств. – 2013. – № 2. – С. 9-12.

8. Дусаева, Х.Б. Функциональные продукты питания / Х.Б. Дусаева, С.А. Ворожейкина // Вестник мясного скотоводства. - 2012. - Т. 3. - № 77. - С. 120-123.

9. Дусаева, Х.Б. Использование биотехнологических процессов в пищевой промышленности / Наука и образование: фундаментальные основы, технологии, инновации // Сборник материалов Междунар. науч. конф., 15-17 сент. 2017 г., Оренбург/ Оренбургский гос. ун-т. - Электрон. дан. – Оренбург: ОГУ, 2015. - С. 253 - 258.

ПРИМЕНЕНИЕ НАНОМАТЕРИАЛОВ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ХИМИИ

**Петинова А.Е., Быков А.В. канд. биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Наноматериалы – материалы, созданные с использованием наночастиц и/или посредством нанотехнологий, обладающие качественно новыми функциональными и эксплуатационными характеристиками, обусловленными присутствием наноразмерных частиц.

Наноматериалы, благодаря своим уникальным физико-химическим свойствам, находят всё более широкое применение в различных областях медицины и фармацевтики. В данной статье мы рассмотрим основные аспекты использования наноматериалов в фармацевтической химии и их влияние на разработку новых лекарственных препаратов.

Наноматериалы представляют собой материалы с размерами частиц от 1 до 100 нанометров. Эти материалы обладают высокой поверхностной активностью, что позволяет им эффективно взаимодействовать с биологическими тканями и клетками. Основные типы наноматериалов включают наночастицы, наноструктуры и нанокомпозиты, каждый из которых имеет свои уникальные свойства и возможности применения.

Преимущества использования наноматериалов в фармацевтике включают улучшенную доставку лекарств, повышение биодоступности и снижение токсичности. Примеры применения включают наночастицы золота для диагностики и лечения рака, наноструктуры для доставки антибиотиков и нанокомпозиты для лечения хронических заболеваний.

Таким образом, применение наноматериалов в фармацевтике открывает новые возможности для разработки более эффективных и безопасных лекарственных препаратов. В следующих разделах мы подробно рассмотрим различные типы наноматериалов, их преимущества и примеры их использования в фармацевтической химии.

1) В журнале Старчиковой Н.Е. «Международный студенческий научный вестник», который выпускается с 2014 года, рассматриваются актуальные вопросы применения нанотехнологий в фармакологической химии.

Основной направленностью является использование наноматериалов для целевой и адресной доставки лекарственных веществ. В статье описываются такие наноструктуры, как фуллерены, дендримеры, липосомы и нанотрубки, которые способствуют повышению эффективности лекарственной терапии путем направленного транспорта препаратов в очаг патологии.

Также обсуждаются новые возможности в создании лекарственных препаратов путем образования комплексов между известными средствами и наночастицами металлов. Исследования показывают, что нанотехнологии

открывают новые горизонты в получении препаратов с принципиально новыми свойствами, что особенно важно для терапии онкологических заболеваний, патологий нервной и сердечно-сосудистой систем, а также в спортивной медицине.

2) В журнале «Современные наукоемкие технологии» под редакцией доктора медицинских наук М.Ю. Ладванова активно освещаются различные аспекты нанотехнологий в фармацевтической химии.

Одной из тем является применение наночастиц для диагностики. Рассматриваются наночастицы, такие как золотые наночастицы и квантовые точки, которые применяются в диагностике заболеваний. Они могут использоваться в методах визуализации, таких как МРТ и КТ, для более точного определения очагов заболеваний.

Еще один затрагиваемый аспект это использование наноматериалов в онкологии. Нанотехнологии находят применение в терапии онкологических заболеваний. Наночастицы могут использоваться для адресной доставки противоопухолевых препаратов, что увеличивает эффективность лечения и снижает токсичность для здоровых тканей.

3) Журнал «Научное Обозрение. Медицинские Науки», который издается НИЦ «академия естествознания», публикует статьи по актуальным вопросам в области здравоохранения и медицинских наук.

В статьях про наноматериалы в фармацевтической химии Обсуждаются возможности использования нанотрубок для доставки и высвобождения лекарственных веществ. Они могут взаимодействовать с макромолекулами и служить переносчиками как небольших молекул, так и макромолекулярных комплексов. Нанотрубка - это аллотропная модификация углерода, представляющая собой полую цилиндрическую структуру диаметром от десятых до нескольких десятков нанометров и длиной от одного микрометра до нескольких сантиметров. Существует три способа использования нанотрубок: сорбирование активных молекул, химическое присоединение лекарства к стенке нанотрубок и помещение молекул активного вещества внутрь просвета нанотрубки.

Также затрагиваются темы нанокапсул и липосом. Нанокапсулы — это наночастицы, состоящие из полимерной, липидной или другой оболочки, окружающей её внутреннюю полость или содержимое. Они обладают рядом уникальных характеристик и применений, которые делают их важными в различных областях науки и медицины. Липосомы - это наночастицы, состоящие из одного или нескольких слоёв билипидной мембраны, которая заключает в себе водное пространство, называемое внутренней полостью. Они широко используются в медицине и косметологии благодаря своей способности эффективно доставлять лекарственные вещества в организм. Описываются нанокапсулы и липосомы как эффективные системы доставки лекарств. Липосомы, представляющие собой наночастицы с билипидной мембраной, обеспечивают безопасное и эффективное проникновение лекарственных веществ в клетки, минимизируя побочные эффекты.

4) Журнал «Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований» под редакцией Курзанова А.Н., Романцова М.Г. и Дивоча В. привлекает широкий круг авторов, представляющих различные научные дисциплины.

В журнале освещаются темы применения фуллеренов и дендримеров. Фуллерены – аллотропная форма углерода, которая представляет собой замкнутые молекулы, состоящие из пятиугольников и шестиугольников с атомами углерода в вершинах. Дендримеры – высокоупорядоченные полимерные макромолекулы с симметрично разветвляющейся структурой вокруг многофункционального центрального ядра. Исследования показывают, что фуллерены и дендримеры могут использоваться для создания новых лекарственных форм. Они обладают уникальными свойствами, такими как антиоксидантная активность и способность образовывать комплексы с лекарственными веществами.

5) Все научные направления, включая нанотехнологии и их применение в медицине и фармакологической химии охватываются в журнале «Современные проблемы науки и образования» под редакцией М.Ю. Ледванова.

В статьях журнала рассматриваются свойства фуллеренов и их применение в фармакологии, особенно в борьбе с вирусными и нейродегенеративными заболеваниями. Фуллерены обладают хорошей адсорбционной способностью и могут использоваться для создания сорбентов для терапии. Они эффективны в борьбе с такими заболеваниями, как грипп, ВИЧ, онкологические заболевания, остеопороз и заболевания сосудов. Фуллерены могут играть роль «ловушки» для свободных радикалов и обладают противовирусной активностью.

6) Журнал Редичкина А.С. «Фундаментальные исследования» публикует статьи по различным научным направлениям, включая экономику, математические и статические методы в экономике и статьи про исследования в области фармацевтической химии.

Одни из исследований были направлены на создание новых лекарственных форм на основе наноматериалов, таких как наноэмульсии и нанокапсулы, которые могут улучшить фармакокинетику и фармакодинамику препаратов. Наноэмульсии – это текучая нанодисперсная система, содержащая одну или более жидкую нанофазу. Они состоят из двух несмешивающихся жидкостей – водной и масляной фаз – и стабилизированы индивидуальными поверхностно-активными веществами (ПАВ) или их смесями. Нанокапсулы – это наночастица, состоящая из полимерной, липидной или другой оболочки, окружающей её внутреннюю полость или содержимое. Обычно нанокапсула представляет собой сферическую полную частицу, а внутри неё находится низкомолекулярное вещество. Оболочка может быть изготовлена также из других материалов, например, гидроксиапатита или силиката кальция, а также определённым образом организованных молекул ДНК. Нанокапсулы применяются для контролируемого введения инкапсулированных биологически

активных веществ: лекарственных препаратов, пептидов и белков, а также генетических конструкций, несущих гены ферментов, гормонов и цитокинов.

7) Журнал, включенный в список ВАК, с фокусом на достижения в области естественных наук «Успехи современного естествознания» затрагивает и нанотехнологии.

В статьях журнала обсуждаются свойства и применение липосом в медицине, особенно в фармакологии. Липосомы представляют собой наночастицы шаровидной формы, ограниченные билипидной мембраной, которые могут эффективно доставлять лекарственные вещества в клетки. Липосомы нетоксичны и биodeградируемы, что делает их безопасными для использования в медицине.

Эти статьи в журналах подчеркивают значимость и перспективность применения наноматериалов в фармацевтической химии, их влияние на улучшение эффективности и безопасности лекарственных препаратов, а также на развитие новых методов доставки и применения лекарств в медицине.

Применение наноматериалов в фармацевтике открывает новые горизонты для разработки более эффективных и безопасных лекарственных препаратов. Наночастицы, наноструктуры и нанокомпозиты обладают уникальными физико-химическими свойствами, которые позволяют значительно улучшить доставку лекарств, повысить их биодоступность и снизить токсичность.

Наночастицы, благодаря своей высокой поверхностной активности, способны проникать через биологические барьеры, такие как гематоэнцефалический барьер, что делает их особенно ценными для лечения труднодоступных заболеваний. Наноструктуры, такие как нанотрубки, могут использоваться для создания систем доставки антибиотиков, снижая побочные эффекты и повышая эффективность лечения. Нанокомпозиты, в свою очередь, обеспечивают длительное и контролируемое высвобождение активных веществ, что делает их незаменимыми при лечении хронических заболеваний.

Примеры применения наноматериалов в фармацевтике включают использование наночастиц золота для диагностики и лечения рака, наноструктур для доставки антибиотиков и нанокомпозитов для лечения хронических заболеваний, таких как диабет и артрит. Эти примеры наглядно демонстрируют потенциал наноматериалов в создании новых лекарственных форм и систем доставки.

Таким образом, наноматериалы становятся важным инструментом в арсенале современной фармацевтической химии. Их применение позволяет разрабатывать более эффективные и безопасные лекарственные препараты, что способствует улучшению здоровья и качества жизни пациентов.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ДЕСЕРТНЫХ ПАСТ

Пономаренко Д.В.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Жизнь современных людей характеризуется достаточно быстрым ритмом, когда часто случаются перекусы на ходу в течение дня. Такой характер питания отражается на пищеварении и самочувствии людей. Поэтому очень важно, чтобы продукты питания содержали полезные для организма пищевые вещества.

На данный момент на российском рынке представлен большой ассортимент пищевых продуктов. Но сложно найти натуральный продукт, который обладает как хорошими вкусовыми качествами, так и полезными свойствами для организма человека.

Пищевой промышленностью вырабатывается масложировые эмульсионные продукты, кондитерские изделия, в том числе десертные пасты (шоколадные и шоколадно-ореховые), которые можно использовать как продукты бутербродного назначения. Десертная паста – одно из любимейших лакомств как детей, так и взрослых. В настоящее время на рынке представлены пасты разных производителей в основном с фундуком.

Десертные пасты – технологичный продукт, обладающее пластичной мажущейся консистенцией, которые используются для придания вкуса, цвета, и аромата кондитерским изделиям и мороженому. Десертные пасты представляет собой массу вязкой консистенции, которая изготавливается, как правило, из фруктов либо того продукта вкус которого оно определяет, разнообразных экстрактов с добавлением сахара, инвертного сахарного сиропа, фруктовых красителей и других компонентов. Пасты могут быть однородными или содержать кусочки фруктов и ягод. Десертные пасты используются:

- для ароматизации и подкрашивания кремов, мороженого, молочных коктейлей, взбитых сливок, желе, глазурей;
- для производства конфетных начинок;
- для пропитывания основы тортов.

Качественные пасты незаменимы в производстве кондитерских изделий, поскольку они:

- производятся полностью готовыми к применению;
- просты в использовании;
- универсальны;
- экономичны (в среднем достаточно 40–60 г пасты на один килограмм крема, мороженого или теста);
- обладают отличным вкусом;
- сохраняют свои первоначальные свойства при замораживании;

– имеют хороший состав с высоким содержанием фруктов и других натуральных компонентов.

Представленные на рынке кондитерские пасты по своему составу содержат, как правило, однокомпонентные добавки, что не решает проблемы дефицита микронутриентов в питании. Наибольшую группу составляют пасты на жировой основе, в которых дисперсионной основой является растительный жир (естественный компонент основного сырья (орехи, масличные семена) или введенный как отдельный компонент (какао-масло, растительные стабилизированные масла и т.д.). В большей степени это ореховые пасты, которые имеют ряд недостатков, например, высокая аллергенность.

Пищевые пасты относятся к дисперсным системам, в которых дисперсной фазой является жмых основного растительного сырья, а дисперсионной средой – растительное масло, т.е. являются суспензией. В дисперсионную среду вводится подсластитель на водной основе, который с маслами образует эмульсию. Такая сложная многокомпонентная система, состоящая из трех несмешивающихся фаз (масло, твердые нерастворимые частицы и водный раствор), довольно неустойчива, т.к. на поверхности раздела агрегативных фаз возникает избыток свободной энергии, и это проявляется в том, что капельки и частички дисперсной фазы начинают самопроизвольно слипаться и оседать, что и приводит к разрушению структуры и разделению ее на три слоя. Поэтому в состав обязательно вводятся стабилизатор (пищевая добавка Е 407 – фуцелларан (датский агар) и эмульгатор (пищевая добавка Е 471, относящаяся к ряду моноглицеридов и диглицеридов жирных кислот), а также из-за наличия большого количества жидких растительных масел, подверженных окислительной порче, в состав пасты вводится смесь антиоксидантов (аскорбиновая кислота (Е 300) и ее производные – антиоксиданты с С-витаминной активностью).

Альтернативой ореховым пастам могут быть пасты из масличных семян (урбеч), которые перетирают до однородности и состояния выделения масляной основы. Урбеч готовят из семечек: кунжут, тмин, тыквенные семечки, семена подсолнечника, мак, чиа, конопляные семечки и др., а также без термической обработки.

Разработчики предлагают в качестве основного сырья для приготовления пасты семена льна, обладающие целым рядом полезных свойств, которые при перетирании выделяют льняное растительное масло, являющееся жидким жиром с низкими температурами плавления. Для улучшения структурно-механических свойств изготавливаемой пасты добавляется второе основное сырье – перетертая мякоть кокоса, выделяющий твердый жир с высокой температурой плавления, который придает пасте прочность, пластичность и сохраняет структуру. В качестве подсластителя можно использовать финиковый сироп, обладающий целебным действием, он содержит в своем составе большое количество углеводов (до 66 г на 100 г продукта). Высокий показатель углеводов в сиропе, как и его сладость, связан с наличием в его

составе моносахаридов (глюкоза и фруктоза) и дисахаридов (мальтоза и сахароза).

Отличительной особенностью технологической схемы получения пищевой пасты на основе масличного сырья, является не измельчение, а перетирание семян, которое осуществляется в специальных мельницах с каменными жерновами. При этом для получения концентрированной суспензии измельчение сырья проводят в среде жидкости, родственной по химическому составу и строению, что, в соответствии с эффектом Ребиндера за счет раскалывающего действия сил поверхностного натяжения, способствует более тонкому измельчению частиц. Поэтому перетирание суспендируемого сырья проводят в среде соответствующего сырья масла.

Получение качественной многокомпонентной пищевой пасты возможно только на основе комплексного воздействия различных технологических факторов, таких как температура, время и интенсивность смешивания, соотношение твердых и жидких компонентов и т.д.

К консистенции кондитерских паст предъявляются требования пластичности, способности сохранять форму и намазываться, что достигается технологически обоснованной дозировкой основных компонентов. Критерием оптимизации служит комплексный органолептический показатель, требуемое значение которого – 4,5-5 баллов по стандартизированной шкале – достигается при соотношении (%) жмых : масло : сироп – 45-50 : 28-29 : 4,5-5. Выход за рамки указанного диапазона приводит к ухудшению консистенции и вкуса пасты.

Реологические характеристики кондитерской пасты в зависимости от содержания жмыха и масла, как основных варьируемых компонентов, при температуре 40 °С (температура смешивания) и при комнатной температуре 25 °С (температура фасовки и потребления) выражены зависимостью эффективной вязкости паст от градиента скорости сдвига, которые представляют собой почти классические зависимости реологических свойств структурированных двухфазных пластично-вязких систем от соотношения твердой фазы (клеточные ткани жмыха) и жидкой фазы (жировые компоненты и сироп) и выражают прямопропорциональную зависимость эффективной вязкости от дозирования жмыха и обратную – от дозирования масла.

Добавление к смеси сиропов и ПАВ приводит к увеличению текучести кондитерской пасты за счет снижения вязкости жирового компонента. Для поддержания необходимых реологических свойств смеси вводится загуститель-структурообразователь, который после достижения определенного количества в смеси резко повышает вязкость массы.

Так как в рецептурах пищевых паст различные добавки вносятся в незначительных количествах (не выше 1,5 % к массе по сухому веществу), в технологическом исполнении бывает очень трудно гарантировать их равномерное распределение в объеме довольно вязкой приготавливаемой массы. Одним из доступных способов обратимого снижения вязкости жировых систем является повышение их температуры во время смешивания

компонентов. С повышением температуры от 36 °С до 40 °С происходит уже заметное снижение вязкости жирового компонента.

Равномерность распределения ингредиентов в смеси жирового компонента зависит от продолжительности перемешивания массы.

Компоненты, внесенные в жировую смесь, равномерно распределяются в массе в соответствии с постоянным коэффициентом равномерности распределения, примерно через 0,5-0,6 часа.

Таким образом, разработчики получают пищевую пасту соответствующую по органолептическим и физико-химическим показателям требованиям нормативной документации.

Разработка кондитерских пищевых паст из масличного сырья с добавлением финикового или кленового сиропа и других ингредиентов, поможет снизить потребление «быстрых углеводов» в рационе и предотвратить развитие различных заболеваний. Таким образом, разработанный продукт, входя в линейку популярных изделий кондитерского производства, может стать эффективным средством оздоровительного и общеукрепляющего воздействия на организм человека.

Список литературы

1. Щетинин, М.П. Изучение функционально-технологических свойств сырья растительного и животного происхождения при разработке рецептур кондитерских изделий / М.П. Щетинин, А.Е. Фролова // Ползуновский вестник. – № 4/4 2013. - С. 156-160.
2. Щетинин, М.П. Исследование пищевой ценности обогащенных кондитерских паст / М.П. Щетинин, А.Е. Фролова // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов: в 2 кн. / XIV Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2019 г.). – Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2019. – Кн. 2. – с. 88-90
3. Литвиненко, О.В. Новые сорта сои для использования в производстве десертной соево-ягодной пасты = New Soybean Varieties for the Dessert Soybean-Berry Paste Production / О.В. Литвиненко, Е.С. Стаценко // Достижения науки и техники АПК, 2019. - Т. 33, № 10. - С. 81-86
4. Егорова, Е.Ю. Разработка рецептуры и товароведная оценка кондитерской пасты со жмыхом кедрового ореха / Е.Ю. Егорова, Н.В. Баташова // Известия вузов. Пищевая технология, 2010. - N 4. - С. 36-39

СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ СИНТЕЗА САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

**Постникова Ю.О., Быков А.В. д-р биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

В данной обзорной статье исследуются современные методы синтеза салициловой кислоты – важного органического соединения, обладающего противовоспалительными и анальгезирующими свойствами. Салициловая кислота является ключевым компонентом в производстве обезболивающих препаратов, таких как аспирин, и находит широкое применение в косметической и фармацевтической промышленности.

Статья начинается с описания научных журналов и статей в них, после чего авторы переходят к анализу современных методов, включая как традиционные, так и новейшие подходы к синтезу.

Ключевая идея статьи заключается в том, что современные методы синтеза салициловой кислоты не только повышают выход продукта, но и сокращают негативное воздействие на окружающую среду, что особенно важно в свете глобальных экологических вызовов. Авторы подчеркивают важность интеграции новых технологий и альтернативных процессов.

Таким образом, статья подчеркивает значимость продолжения исследований в области синтеза салициловой кислоты, предлагая практические подходы и научные рекомендации для дальнейшего развития данной области. Это позволяет показать, как тот или иной метод может быть адаптирован в зависимости от условий производства и потребностей отрасли, что в конечном итоге благоприятно сказывается на здоровье человека и экологии в целом.

Современные способы синтеза салициловой кислоты разнообразны и применяются в зависимости от требований к чистоте продукта и нужд промышленности. Один из наиболее распространённых методов - это синтез из фенола и углекислого газа под давлением в присутствии катализаторов, таких как оксид цинка. Этот метод позволяет получить салициловую кислоту с высоким выходом и хорошей чистотой.

Другим подходом является использование синтетических путей, включая реакцию Виттига, где алкены реагируют с фосфоральдегидами, образуя салициловые производные. Также активно развиваются биосинтетические методы, включающие взаимодействие микроорганизмов с предшественниками, которые приводят к образованию салициловой кислоты. Эти методы экологичны и позволяют получать целевые соединения с минимальным количеством побочных продуктов.

В последние годы уделено внимание инновационным технологиям, таким как применение нанокатализаторов и методов микроволнового синтеза, что значительно сокращает время реакции и улучшает селективность. Таким

образом, синтез салициловой кислоты становится всё более эффективным и устойчивым процессом, отвечающим требованиям современного производства.

Современные методы синтеза салициловой кислоты также включают использование "зеленых" технологий, таких как переработка биомассы. Это направление находит всё больше сторонников в связи с постоянным ростом интереса к устойчивому производству. Например, с использованием экстрактов растений, содержащих природные предшественники салициловой кислоты, можно получать её в экологически чистых условиях, что не только снижает затратность, но и уменьшает углеродный след.

Кроме того, методы микроволнового синтеза открывают новые горизонты в повышении эффективности реакций. Под воздействием микроволн активность реагентов значительно увеличивается, что позволяет проводить реакции при более низких температурах и давлении. Это снижает энергозатраты и повышает выход целевого продукта.

Синтез салициловой кислоты требует также строгого контроля за качеством исходных веществ и условий реакции. Разработка новых стандартов аналитического контроля способствует дальнейшему улучшению технологий синтеза. В заключение, можно утверждать, что будущее синтеза салициловой кислоты связано с междисциплинарными подходами, интегрирующими химию, биологию и экологию.

Салициловая кислота, известная своей эффективностью в лечении различных кожных заболеваний и как важный компонент в фармацевтической и косметической промышленности, привлекает внимание исследователей благодаря своим уникальным свойствам и широкому спектру применения. В последние годы наблюдается значительный интерес к разработке новых методов синтеза салициловой кислоты, что связано с необходимостью повышения её доступности и улучшения качества.

Современные способы синтеза салициловой кислоты включают как традиционные методы, так и инновационные подходы, которые позволяют оптимизировать процесс получения этого важного соединения. Например, использование фенолята натрия и диоксида углерода в автоклаве демонстрирует высокую эффективность и чистоту конечного продукта. Кроме того, исследуются новые производные салициловой кислоты, которые могут обладать улучшенными терапевтическими свойствами и расширять область её применения.

В данной обзорной статье будет рассмотрен текущий статус исследований в области синтеза салициловой кислоты, проанализированы существующие методы и предложены перспективные направления для дальнейших исследований. Это позволит не только углубить понимание химических процессов, связанных с салициловой кислотой, но и способствовать разработке более эффективных и безопасных препаратов на её основе.

1. В статье Ёдгорова Ч.Г., Холикова Т.С., Холёрова Ш.Б. «Синтез эфиров салициловой кислоты», опубликованной в электронном научном журнале

«Universum: химия и биология» в 2020 году, описываются современные способы синтеза эфиров салициловой кислоты.

Авторы проводят реакции этерификации салициловой кислоты алифатическими и ароматическими спиртами в присутствии катализаторов FeCl_3 , ZnCl_2 , CuCl . В результате реакций синтезируются сложные эфиры салициловой кислоты с высокими выходами, сравнивается активность катализаторов. Строение полученных эфиров подтверждается методами ИК- и ПМР-спектроскопии, изучаются их физические свойства.

2. В статье Грищенко М.В. и других авторов «Синтез конъюгатов такрина и салициловой кислоты», опубликованной в журнале «Проблемы теоретической и экспериментальной химии» в 2022 году, описываются современные способы синтеза конъюгатов такрина и салициловой кислоты.

Авторы расширяют серию ранее синтезированных конъюгатов такрина и салициламида за счёт изменения структуры салициламидного фрагмента и использования салицилового альдегида для синтеза производных салицилимина. Полученные гибриды проявляют биологическую активность широкого спектра действия: они являются мощными ингибиторами ацетил- и бутирилхолинэстеразы, что делает их перспективными материалами для лечения болезни Альцгеймера.

3. В статье «Получение и свойства салициловой кислоты» (автор — Садуллаева Г. Г.), опубликованной в журнале «Новости образования: исследование в XXI веке» в 2024 году, рассказывается о способах получения и свойствах салициловой кислоты.

В частности, автор отмечает, что в промышленности салициловую кислоту получают карбоксилированием фенолята натрия по реакции Кольбе — Шмитта. Также в статье говорится, что салициловая кислота биосинтезируется из аминокислоты фенилаланина.

4. В статье «Синтез и биологическая активность ряда эфиров салициловой кислоты», опубликованной в журнале «Бутлеровские сообщения» в 2019 году, авторы рассказывают о синтезе эфиров на основе салициловой кислоты и определяют их антиагрегационную и антикоагуляционную активность.

Исследования проводились на показателях коагулограммы в условиях *in vitro* на донорской крови человека. Было установлено, что все предоставленные соединения проявляют антиагрегационную активность, некоторые из полученных веществ — более чем на 10%.

Также в статье отмечается, что природные источники салициловой кислоты не могут удовлетворить потребности в её препаратах, поэтому кислоту и её производные получают исключительно синтетическим путём.

5. В статье «Химия фосфорных производных салициловой кислоты» в журнале «Успехи химии» (1992) Четверткиной Л.В., Хохлова П.С. и Миронова В.Ф. изложено современное состояние исследований по методам синтеза, изучению химических свойств и областей практического применения фосфорсодержащих производных салициловой кислоты.

Также в работе рассмотрены особенности химических превращений циклических и ациклических фосфорсодержащих производных салициловой кислоты, связанные с координационным состоянием атома фосфора.

Цель статьи – обобщить и, по возможности, систематизировать результаты исследований по методам синтеза и реакционной способности фосфорсодержащих производных салициловой кислоты.

В заключение, современные способы синтеза салициловой кислоты открывают новые горизонты, как для промышленности, так и для научных исследований. Традиционные методы, хотя и проверенные временем, все больше уступают место инновационным техникам, таких как биосинтез и катализаторные процессы. Эти современные подходы не только повышают эффективность производства, но и снижают экологическую нагрузку, что особенно актуально в условиях глобальных изменений климата.

Важно отметить, что развитие технологий синтеза салициловой кислоты тесно связано с необходимостью создания более безопасных и эффективных лекарственных средств. Салициловая кислота и её производные находят широкое применение в фармацевтике, и новые методы синтеза могут помочь в создании уникальных формул, отвечающих современным требованиям медицины.

Альтернативные пути синтеза салициловой кислоты не только способствуют модернизации химической промышленности, но и играют ключевую роль в обеспечении устойчивого развития науки и техники. Важно продолжать исследовать и внедрять новейшие достижения, что позволит расширить возможности использования этого ценного соединения в самых различных областях.

В контексте текущих вызовов, стоящих перед мировым сообществом, особенно актуальной становится необходимость интеграции устойчивых технологий в процесс синтеза салициловой кислоты. Исследования в области зеленой химии направлены на минимизацию отходов и энергозатрат, что позволит не только снизить себестоимость продукта, но и улучшить его экологический след. Новые катализаторы, базирующиеся на недорогих и доступных материалах, открывают перспективы для разработки более экономичных и безопасных процессов.

Кроме того, адаптация современных аналитических технологий, таких как спектроскопия и хроматография, позволяет значительно улучшить контроль качества на всех этапах производства. Это важно для фармацевтической отрасли, где комплаенс с международными стандартами качества становится критическим параметром для успешного выхода на рынок. Улучшение методов синтеза непосредственно влияет на чистоту и стабильность конечного продукта, что, в свою очередь, повышает доверие к препаратам на основе салициловой кислоты.

Таким образом, синтез салициловой кислоты не только идет в ногу с новыми научными открытиями, но и активно способствует развитию более ответственных подходов в химической промышленности. Имея в своем

арсенале как традиционные, так и современные методы, ученые и производственники способны предложить рынку более безопасные и эффективные решения.

Список литературы

1. Бородин, С. А., Кузнецова, Н. Г. Современные подходы к синтезу салициловой кислоты: обзор методов. Журнал органической химии, 56(3), 345-360. – 2020.
2. Григорьева, И. В., Петренко, А. В. Устойчивые синтетические методы для получения салициловой кислоты. Химия и технология, 45(2), 112-118. – 2019.
3. Зайцева, Л. Ф., Михайлов, Д. И. Перспективы использования катализаторов в синтезе салициловой кислоты. Актуальные проблемы химии, 39(1), 22-29. – 2021.
4. Орлов, А. Ю., Фёдоров, М. А. Новые подходы к синтезу салициловой кислоты: экологические и экономические аспекты. Экологическая химия, 30(4), 275-284. – 2022.
5. Сидоренко, Е. П. Инновационные методы синтеза салициловой кислоты: от традиционных к современным. Российский химический журнал, 67(6), 460-475. - 2023
6. Чистякова, Н. Р., Коваленко, В. Н. Биoinspired подходы в синтезе салициловой кислоты. Научный вестник, 50(10), 89-96. – 2023.
7. Едгоров Ч. Г., Холиков Т. С., Холеров Ш. Б. «Синтез эфиров салициловой кислоты» // Universum: химия и биология : электрон. научн. журн. 2020. 1(79).
8. Сергеев Е. Е., Родикова Ю. А., Жижина Е. Г. «Методы синтеза салициловой кислоты. Обзор» // Катализ в промышленности. 2023. №2.
9. Лисина С. В. «Синтез и исследование свойств производных салициловой кислоты» // Диссертация на тему «Синтез и исследование свойств производных салициловой кислоты».
10. Степанова Е. В., Белянин М. Л. Полный синтез природного фенолгликозида салицилоил-салицина и его аналога салицилоил-салирепина // Фундаментальные исследования. — 2013. — №8. — С. 736–740.

ТЕХНОЛОГИЯ СЫРНОГО ПРОДУКТА С РАСТИТЕЛЬНЫМ БЕЛКОМ

**Романова В.В., Догарева Н.Г., канд. с.-х. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Молокоперерабатывающая промышленность в России развивается недостаточными темпами. Наряду с экономическими факторами "против" российской молочной промышленности работают факторы природного и биологического характера: более суровый, по сравнению с некоторыми странами климат, качество племенного материала, а также качество кормов. У большинства пород коров российского происхождения показатели уровня белка ниже, чем у пород европейских. В этом моменте появляется и научный и экономический интерес к созданию молочных продуктов, в частности, сыров с добавлением белков растительного происхождения.

С другой стороны добавление растительного белка в молочную продукцию дает значительное преимущество перед конкурентами, так как позволяет снизить затраты на производство и себестоимость продуктов за счёт дешевого растительного сырья и создает условия для отдельных категорий товаров, тем самым производители, освоив эту технологию, могут занять свою долю на рынке [1].

В тоже время растет потребительский спрос на растительные аналоги сыра, но так как полностью растительный продукт не воспроизводит функциональные свойства казеина – основного белка, содержащегося в молоке, то актуальным решением является производство гибридных продуктов. В связи с этим в практической деятельности сыроделов всё большую популярность получает вопрос о частичной замене молочного белка белком растительным.

Вопрос о влиянии растительных белков на здоровье человека является одним из самых интересных, поскольку белки играют важную роль в питании человека. Их функции связаны с построением тканей, с регуляцией метаболических процессов, с поддержанием активности иммунной системы [2].

Растительные белки обладают превосходными функциональными свойствами и эффектами, улучшающими здоровье, а также являются экологически чистыми и безопасными для млекопитающих, в частности для человека, источниками белка в глобальном масштабе. Добавление растительных белков (включая соевый белок, гороховый белок, ореховый белок и глютенный белок) в различные сорта сыра и аналоги сыра, обещает производство симбиотических продуктов, которые не только имеют пониженное содержание жира, но и демонстрируют улучшенное разнообразие белков и повышенное общее качество.[4]

Сыр легко представить в виде гелевой конструкции, где молочные белки-казеины являются основной структурой, формирующей казеиновую матрицу. Жиры, воду и другие вещества тогда можно представить как включения или

вкрапления в эту матрицу. Поэтому инокуляция новых компонентов в сырную матрицу так или иначе провоцирует структурные и сенсорные изменения, которые нас и интересуют в данном случае.

Структурированный растительный белок способен предоставить тот же уровень белка, что и животные белки, а так же может обеспечивать адекватное усвоение питательных веществ [3].

Темой нашего исследования является «Разработка сырного продукта с растительным белком».

Растительные белки, доступные и представленные на отечественном рынке, имеющие различные необходимые показатели, выпускаются в форме препаратов, муки, порошков, концентратов, в которых содержание белка составляет не менее 65%, и в форме изолятов с содержанием белка не менее 90%. Растительный белок получают из семян, орехов или злаков. Самый популярный среди потребителей – это широко известный соевый белок. Но существуют различные виды злаковых растений, такие как горох, рапс, конопля. Каждое из этих растений обладает уникальными свойствами, в том числе содержанием различных белков, и может использоваться в производстве продуктов питания, в том числе и в молочной промышленности. Таким образом, целью данной работы является получение сырного продукта функционального назначения

В ходе исследования решаются следующие задачи:

- изучение свойств растительного белка, выбор растительного белка;
- поиск путей оптимизации процесса производства: разработка технологии получения сырного продукта с добавлением растительного белка, включая выбор оптимальных пропорций, температурных режимов, технологий коагуляции, подбор молокозвешивающего фермента;
- определение количественного соотношения растительных и животных белков (составление композиций молочно-растительных смесей и определение влияния состава молочно-растительной смеси на выход белковой массы;
- оценка взаимодействия компонентов: изучение влияния добавления растительного белка на текстуру, вкус, цвет и аромат готового продукта, стабильность в процессе хранения;
- установление срока годности полученного продукта;
- определение пищевой ценности;
- анализ органолептических и физико-химических свойств сырного продукта.

Анализ литературы позволил определить цель, задачи исследования и вид растительного белка, пригодного для разработки сырного продукта с растительным белком.

Одним из растений, к использованию, которого снова проявляется интерес в пищевой промышленности, является конопля. В данном случае нас интересует то, что семена конопли содержат в своем составе до 21 % белка, концентрация которого после холодного отжима масла увеличивается в шроте

до 38–39,5 %. По этой причине усилился интерес к производству конопли за рубежом [5].

Конопляный белок имеет хороший потенциал для применения в качестве источника белкового питания, он демонстрирует лучшие функциональные свойства, особенно растворимость белка, по сравнению с изолятом соевого белка.

В настоящее время повышенное внимание уделяется модернизации побочных продуктов пищевой промышленности, поиску альтернативных возможностей их использования. Поэтому получение растительных пищевых белков на основе вторичного масличного сырья технической конопли будет востребовано в ближайшей перспективе [6].

На первом этапе работы были изучены свойства конопляного белка и произведен выбор концентрата конопляного белка. Изготовитель: ООО «Лас-Флорес групп», Россия. Пищевая ценность на 100 г: белки 57г, жиры 7 г, углеводы 9 г, пищевые волокна 22 г, влага 5 г.

На втором этапе определялся гидромодуль для конопляного молока:

1 вариант: 100 грамм конопляного белка на 0,1 л воды;

2 вариант: 100 грамм конопляного белка на 0,2 л воды.

3 вариант: 100 грамм конопляного белка на 0,3 л воды.

4 вариант: 100 грамм конопляного белка на 0,4 л воды.

Концентрат конопляного белка в виде порошка тщательно смешивался с необходимым количеством воды. Было получено 4 образца эмульсии.

Полученные образцы были переданы в испытательный центр Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук».

Исследование продолжается.

Список литературы

1. Кручинин, А. Г. Роль соевого белкового компонента в создании молочно-растительной белковой основы / А. Г. Кручинин. - (Инновационные продукты питания). - Текст : непосредственный // Пищевая промышленность. - 2012. - № 9. - С. 34-35

2. Надточий Л.А. Разработка рецептур и технологии мягких сыров без созревания с использованием продуктов переработки сои // автореф.дис.кан.тех.наук: 05.18.04 / Надточий Людмила Анатольевна: СПбГУНиПТ – Санкт-Петербург: 2000 – 13-14 С.

3. Юрченко Н.А. Теоретические и экспериментальные исследования закономерностей формирования сырных продуктов с использованием растительного сырья // автореф.дис.док.тех.наук: 05.18.04 / Юрченко Надежда Алексеевна: СибНИПТИП – Кемерово: 2008 – 3-4 С.

4. Elliott PS, Kharaty SS, Phillips CM. Plant-Based Diets and Lipid, Lipoprotein, and Inflammatory Biomarkers of Cardiovascular Disease: A Review of

Observational and Interventional Studies. *Nutrients*. 2022 Dec 17;14(24):5371. doi: 10.3390/nu14245371. PMID: 36558530; PMCID: PMC9787709

5. Zhang D, Jiang K, Luo H, Zhao X, Yu P, Gan Y. Replacing animal proteins with plant proteins: Is this a way to improve quality and functional properties of hybrid cheeses and cheese analogs? *Compr Rev Food Sci Food Saf*. 2024 Jan;23(1):e13262. doi: 10.1111/1541-4337.13262. PMID: 38284577.

6. Aiello G., Lammi C., Boschini G., Zanoni C. et al. Exploration of potentially bioactive peptides generated from the enzymatic hydrolysis of hempseed proteins // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2017. № 65. P. 10174–10184.

7. Кабунина И.В. Современная структура мирового рынка производства конопли // *Международный сельскохозяйственный журнал*. 2021. № 64 (4). С. 40–44.

ЗУБАТКА КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ РЫБОЛОВСТВА И РЫБОВОДСТВА

Саплинов И.К., Мингазова М.С., Килякова Ю.В., канд. биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»

Зубатка – удивительное морское существо, одновременно интересное и страшное. Её устрашающий вид в давние времена вдохновил на легенду о её связи с кораблекрушениями и поглощении тонущих моряков. Относится к классу Лучепёрых (*Actinopterygii*), надотряду Колючепёрые (*Acanthopterygii*), отряду Скорпенообразные (*Scorpaeniformes*), семейству Зубатковые (*Anarhichadidae*). В состав семейства включают пять видов: зубатка полосатая (*Anarhichas lupus*), зубатка пятнистая (*Anarhichas minor*) и зубатка синяя (*Anarhichas denticulatus*) населяют акватории Северной Атлантики, а зубатка дальневосточная (*Anarhichas orientalis*) и зубатка угревидная (*Anarhichthys ocellatus*) – водятся в северных акваториях Тихого океана.

Отличительной особенностью зубаток являются мощные широкие челюсти с бугорковидными зубами, которые позволяют раздавливать толстые стенки раковин. Зубы меняются ежегодно в зимний период. Во время смены зубов, зубатки либо голодают, либо проглатывают небольшие предметы питания целиком, если они не защищены моллюсками. Питаются моллюсками, иглокожими, ракообразными, медузами и рыбой. Средний размер удлинённого угревидного тела – 125 см. Но известны экземпляры длиной 240 см. Вес в среднем 18 кг, максимальный известный – 34 кг [2, 6].

Половое созревание начинается с 4-х лет при достижении рыбой 40–45 см, самки развиваются несколько дольше. Каждый вид зубаток нерестится по-своему. Полосатая зубатка, в зависимости от возраста, способна отложить от 600 штук до 40 тыс. икринок, величиной до 6 мм в диаметре. Икринки склеиваются в шар и прилипают к твердым поверхностям. Самцы остаются возле кладок еще некоторое время и охраняют будущее потомство. Икринки развиваются достаточно медленно, и мальки, величиной до 2-х см появляются только весной, в то время как самка откладывает икру зимой.

После появления на свет мальки зубаток поднимаются ближе к поверхности, достигнув размера до 7 см примерно, они опять возвращаются на дно. На начальных этапах своего развития молодь питается зоопланктоном, но по мере взросления переходят на классический рацион питания [7].

Зубатка как перспективный объект рыболовства. Зубатка – полезная и вкусная рыба, требующая определенной ловкости и силы в поимке. Именно поэтому её ловля так популярна в спортивном направлении рыбалки. Чаще всего охотятся на зубатку в тёплое время года. Основной снастью при поимке, является максимально прочная удочка. Лучше всего подходят крючки с удлинённым цевьем (прямые или изогнутые) на стальных проводках, связанных

по три штуки. В качестве прикормки используют подавленные раковины моллюсков или мясо крабов [4].

Ловят её у дна, на пунды небольшого размера, либо на специально подготовленную снасть: к леске крепят нескольких крючков на поводках, в конце снасти крепят грузило. На крючки наживляют кусочки приманки. Такой снастью делают неспешные проводки в местах возможной стоянки зубатки, стучая грузилом о дно, либо оставляют в покое как закидушку.

Основной улов зубаток состоит из двух видов – синей и пятнистой. При этом синяя зубатка преимущественно вылавливается с помощью ярусного промысла, а пятнистая – с помощью тралового промысла. Использование тралового промысла позволило значительно увеличить улов зубаток всех видов. За период с 2020 по 2023 год, общий улов зубаток возрос с 2,7 тысячи тонн до 6,1 тысячи тонн. В 2023 году, как и в 2022 году, практически весь улов зубаток с помощью тралового промысла был сделан в российской зоне (55,7 %) и в районе архипелага Шпицберген (41,0 %). Именно здесь была достигнута максимальная производительность ловли зубаток – в среднем 0,47 тонны улова в день.

В 2023 году, на ярусном промысле, доля синей зубатки составляла 66 %. Доля вылова пятнистой зубатки составляла 33 %, в то время как полосатой зубатки – 1 %. В настоящее время их вылов не лимитируется величиной ОДУ, и объёмы определяются состоянием и особенностями эксплуатации сырьевой базы тралового и ярусного видов промысла. За пределами России зубатку вылавливают в Норвегии, Исландии, Дании (в районе Фарерских островов), небольшие уловы приходятся на Великобританию и Канаду [3, 5].

Зубатка как перспективный объект рыбоводства. По выращиванию пятнистой зубатки ведущее место занимает Норвегия. Первое маточное стадо было создано на научно-исследовательской станции при университете г. Тромсе. В настоящее время объёмы выращивания зубатки достигли 0,1 тысяч тонн.

Технология выращивания зубатки сводится к следующему. Производителей отлавливают на IV стадии зрелости и содержат в мелких прямоточных бассейнах-рейсвеях. Самцов содержат при поверхностной температуре воды. Самок отсаживают в отдельные бассейны, температуру в которых в течение 1–2 сут постепенно понижают от температуры воды в районе отлова (10–15 °С) до 6–8 °С. Затем в течение 25 суток температуру в бассейнах с самками постепенно понижают до 2–3 °С. Постепенное понижение температуры содержания самок позволяет создать условия, близкие к естественным. Температура воды выше 6–8 °С может вызвать вспышку фурункулеза. Для кормления используются лососёвые корма и специализированные корма для морских рыб.

После созревания самок проводят искусственное осеменение икры при температуре воды 0–4 °С. Нерест проходит осенью, при этом период размножения зубатки можно продлить, изменяя световой режим. Плодовитость 6–24 тыс. шт. икринок. Икру получают методом сцеживания.

Инкубация проводится в аппаратах с восходящим током воды, в темноте, при температуре воды 0–4 °С до стадии завершения васкуляризации желточного мешка. Затем до конца периода инкубации температуру постепенно повышают до 3–6°С. В первые две трети инкубационного периода проводят дезинфекцию глутаровым альдегидом.

Вылупление личинок идёт в течение нескольких недель. При достижении длины 21–24 мм кормят искусственными кормами. Смертность на данном этапе зависит от температуры, обработки дезинфектантом и от физиологического состояния молоди. Наиболее высокая выживаемость наблюдается при температуре воды 8 °С и составляет до 96 %.

Зубатку подращивают в мелких рейсвеях при высокой плотности посадки 80–100 кг/м². Кормят плавающим искусственным кормом. За 3 года рыбы достигают массы 4–5 кг. Темп роста можно повысить за счёт разработки специальных кормов. Выход филе почти вдвое превышает таковой от диких особей [1, 2].

Таким образом, зубатка – удивительная рыба, обладающая отличительными внешними чертами и прекрасным мясом. Благодаря дневному образу жизни рыб довольно сложно отыскать на дне, что делает её популярным видом в спортивном направлении рыбалки. Зубатка является перспективным объектом рыболовства и рыбоводства. Основные уловы приходятся на разные европейские страны, причём большая доля приходится на Россию. Ведущее место в выращивании зубатки занимает Норвегия.

Список литературы

1. Алтухов, К.А. К биологии непромысловых и редких видов ихтиофауны Белого моря на ранних стадиях развития / К.А. Алтухов. – Вопросы ихтиологии – 1979. – Т. 19. – Вып.6. – С.1079–1090.
2. Барсуков, В.В. Фауна СССР. Рыбы. Т.5. Вып. 5. Сем. Зубаток *Anarhichadidae* / В.В. Барсуков. – 1959. – М.-Л.: Изд-во АН СССР. —183 с.
3. Борисов, В.М. Использование рыбопромысловых запасов Баренцева моря и сопредельных вод отечественным флотом в 2013 г / В.М. Борисов [и др.]. – Труды ВНИРО. – 2016. – № 160. – С. 95–115.
4. Греков, А.А. Международный промысел и состояние запасов донных рыб Баренцева моря и сопредельных вод / А.А. Греков [и др.]. – Труды ВНИРО. – 2018. – № 174. – С. 39–47.
5. Павлов, Д.А. К разработке биотехнике разведения беломорской зубатки *Anarhichas lupus maris-albi* Barsukov 1. Опыт получения зрелых половых продуктов, инкубации икры и выращивания молоди / Д.А. Павлов, Г.Г. Новиков. – Вопросы ихтиологии – 1986. – Т.26. – Вып.3. – С.476–487.
6. Промысловые рыбы России. В двух томах / Под ред. О. Ф. Гриценко, А. Н. Котляра и Б. Н. Котенёва. – М.: изд-во ВНИРО, 2006. – Т. 2. – С. 766–771. – 624 с.

7. Ульченко, В.А. Исследование донных рыб в Баренцевом море при проведении ярусного промысла в осенне-зимний период / В.А. Ульченко. – Труды ВНИРО. – 2016. – № 165. – С. 185–190.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КЕКСА ПОВЫШЕННОЙ ПИЩЕВОЙ ЦЕННОСТИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОКОНТАКТНОГО СПОСОБА ВЫПЕЧКИ

Сидоренко Г.А., канд. техн. наук, доцент,

Попов В.П., канд. техн. наук, доцент,

Белов А.Г., канд. техн. наук, Почетова Н.А., Керимова А.Э.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

В настоящее время обогащение мучных кондитерских изделий биологически-активными веществами и снижение их сахароемкости является актуальным.

Разработкой методики создания оптимальной рецептуры мучных кондитерских изделий с различными добавками, понижающими их сахароемкость являлось целью многих исследователей в этой области.

В унифицированном сборнике собрано большое количество рецептов мучных кондитерских изделий, которые созданы путем экспериментов и обобщения опыта старых мастеров. Анализ этих рецептов позволил ученым определить фазовое состояние сахара в эмульсии для теста мучных кондитерских изделий. Установлено, что если рецептуры мучных кондитерских изделий включают только сахарный песок, то в эмульсии образуются сахарные суспензии, а если помимо сахарного песка мучные кондитерские изделия содержат и патоку, инвертный сироп, глюкозу или фруктозу, то образуются насыщенные сахарные растворы в эмульсии. В том случае, если рецептуры предусматривают использование только инвертного сиропа, в эмульсиях могут быть ненасыщенные растворы сахаров.

Статистический анализ долей сахара и жира в эмульсиях теста для мучных кондитерских изделий для всей совокупности исследованных рецептов мучных кондитерских изделий позволил установить, что в эмульсии теста для мучных кондитерских изделий максимальная концентрация сахара может быть 67,13 % при отсутствии жира. Она немного превышает концентрацию насыщенного водного раствора сахарозы (67,09 %) при температуре 20 °С.

Снижать сахароемкость мучных кондитерских изделий можно введением различных добавок уменьшающих долю сахара.

Для повышения пищевой и биологической ценности мучных кондитерских изделий целесообразно вносить в их рецептуру сырье, богатое витаминами, микро- и макроэлементами и другими биологически активными веществами. Одной из таких добавок может быть груша свежая, в состав которой входят витамины: А, В₁, В₂, В₅, В₆, В₉, С, Е, К, Н и РР; микро- и макроэлементы: медь, железо, калий, марганец, фосфор и другие, а также аминокислоты, пектин, клетчатка.

Еще одной обогатительной добавкой может служить обезжиренный творог, в состав которого входит белок, витамины группы В, А, С, Н, РР, минеральные вещества: кальций, калий, фосфор магний, железо и другие биологически активные вещества.

Совместное внесение добавок обезжиренного творога и сежей груши позволит снизить сахароемкость мучных кондитерских изделий.

Немаловажным является сохранение полезных свойств сырья и вносимых добавок в процессе приготовления мучных кондитерских изделий. Так, на этапе традиционной радиационно-конвективной выпечки ввиду высокотемпературного воздействия на тестовые заготовки (температура пекарной камеры около 200 °С) теряется часть полезных веществ (витамины, аминокислоты и др.) и образуются нежелательные вещества (полициклические углеводороды – в частности, бензальфапирен, окисные вещества). Применение электроконтактного энергоподвода позволяет выпечь изделия при температуре около 100 °С, что позволяет в большей мере сохранить биологически активные вещества сырья, предотвратить образование нежелательных веществ. Электроконтактная выпечка происходит быстро, равномерно во все массе заготовки, корка на поверхности изделия не образуется.

В связи с вышесказанным целесообразным является проведение исследований технологии производства кекса с добавкой груши и обезжиренного творога с применением электроконтактного способа выпечки, чему и посвящена данная работа.

Рецептуры образцов кекса представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Рецепттура исследуемых образцов кекса с добавлением груши

Наименование сырья	Масса сырья (г) в образцах с различной дозировкой груши свежей				
	0%	5%	10%	15%	20%
Мука пшеничная в/с	150	150	150	150	150
Яйцо куриное	24	24	24	24	24
Творог обезжиренный	20	20	20	20	20
Сахар-песок	20	20	20	20	20
Масло сливочное	12	12	12	12	12
Дрожжи сухие	2	2	2	2	2
Разрыхлитель	2	2	2	2	2
Соль пищевая	1	1	1	1	1
Ванилин	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Груша	0	11,6	23,2	34,8	46,4
Итого	231,3	242,9	254,5	266,1	277,7

Технологический процесс приготовления исследуемых кексов заключается в следующем: замешивается тесто для кекса безопарным способом из расчета влажности теста 50 %. Грушу очищали от корочек, измельчали на

кубики размером 5 мм. При этом сначала готовятся растворы соли, сахара, дрожжевая суспензия, масло растапливается до температуры около 40 °С, все перечисленные ингредиенты смешиваются. В полученную массу добавляют добавки (измельченная груша, обезжиренный творог), все перешивается, далее вносят при аккуратном перемешивании взбитые белки, после чего добавляют смесь муки, ванилина и разрыхлителя и перемешивают до однородной массы. Полученный полуфабрикат отправляют в термостат при температуре 30-32 °С для брожения в течение 2 часов. В процессе брожения контролируют подъемную силу и кислотность теста. После окончания брожения образцы теста помещаются в формы для электроконтактной выпечки и отправляются для расстойки в термостат при температуре 30-32 °С на 45 минут, после чего выпекают электроконтактным способом.

Органолептическую оценку готового кекса с добавкой груши проводили методом ранжирования по показателям: внешний вид, консистенция, запах, вкус. По результатам экспертной оценки рассчитывали комплексный показатель органолептических свойств кекса ($KП_{орг}$) как сумму рангов за отдельные органолептические показатели, умноженные на соответствующие коэффициенты значимости, которые составили для внешнего вида - 2, для запаха - 3, для вкуса - 5, а для консистенции - 2.

График зависимости комплексного показателя качества кекса от дозировки мандарина представлен на рисунке 1.

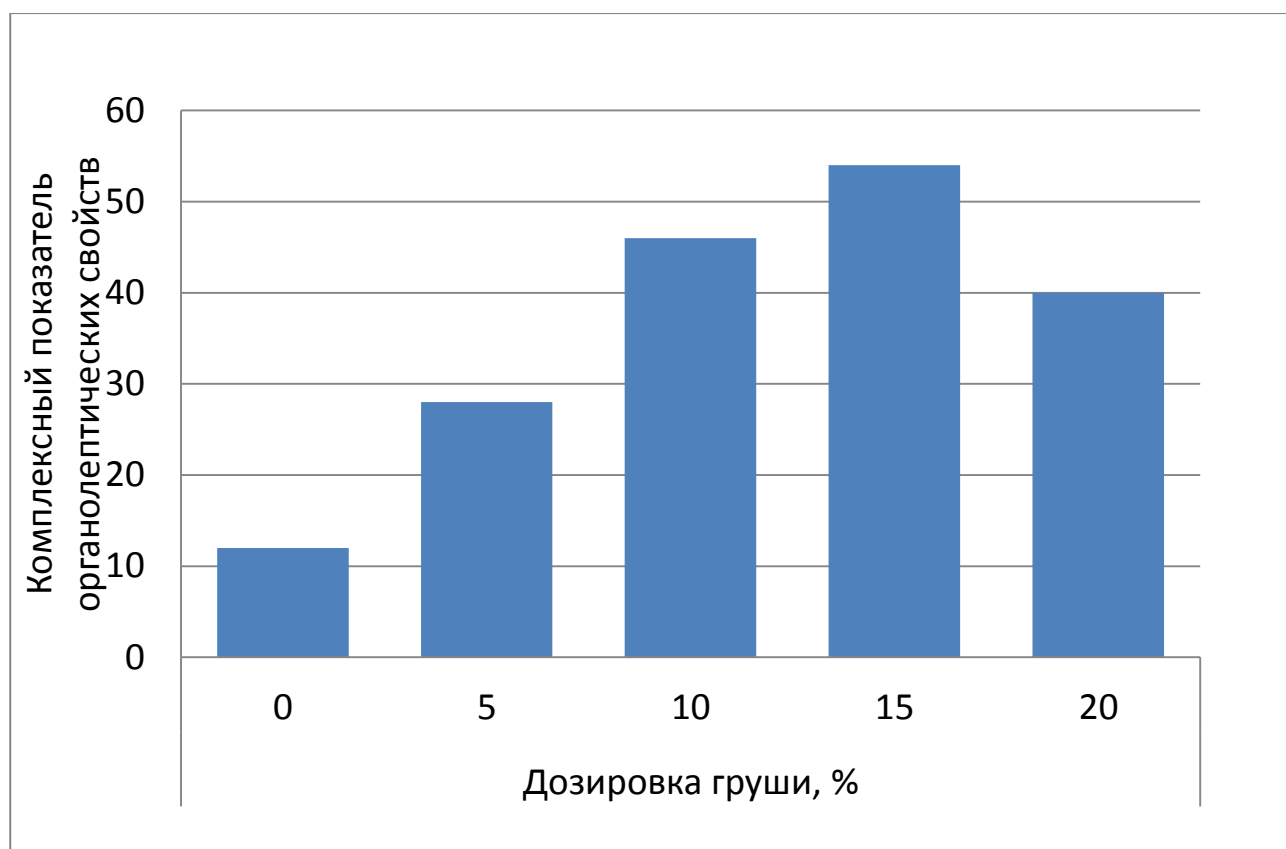


Рисунок 1 – График зависимости комплексного показателя качества кекса от дозировки груши

Анализ полученных данных показал, что комплексный показатель органолептических свойств кекса увеличивался до дозировки груши 15 %, при дальнейшем увеличении дозировки груши – снижался.

Графики зависимости объемного выхода от дозировки груши представлен на рисунках 2.

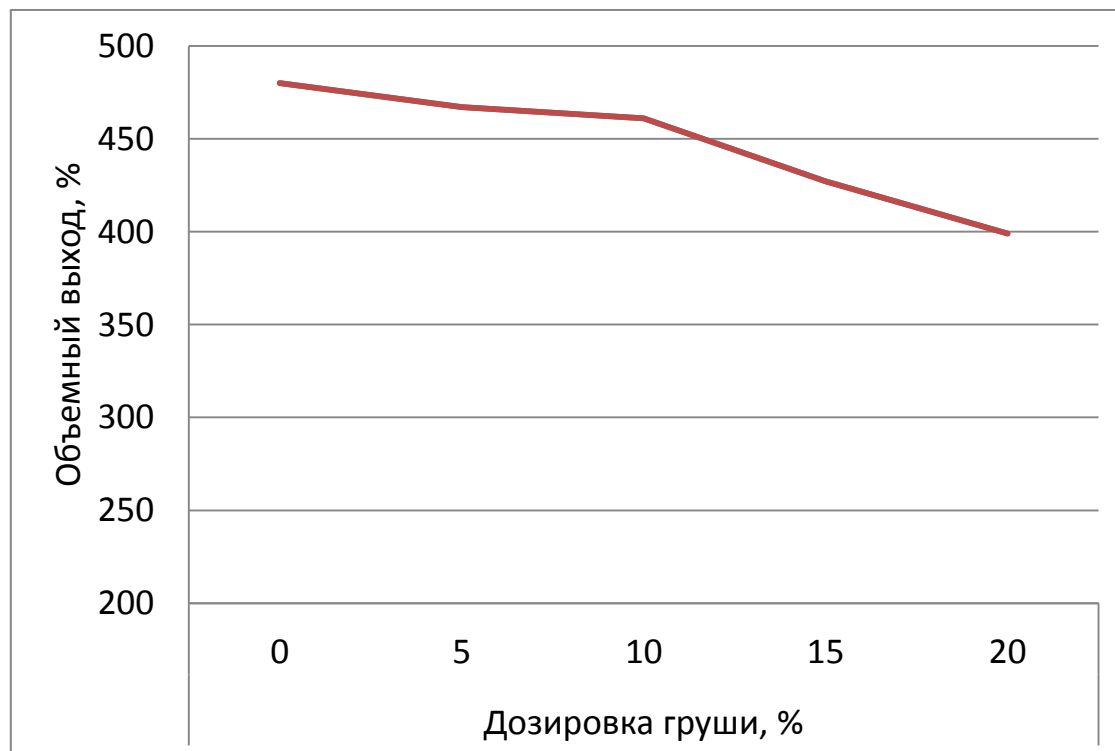


Рисунок 2 – График зависимости объемного выхода кекса от дозировки груши

Анализ полученных данных показал, что объемный выход кекса уменьшается при увеличении дозировки груши от 0 % до 20 %.

Таким образом, наилучшее сочетание органолептических и физико-химических свойств кекса, выпекаемого ЭК-способом достигается при дозировке груши равной 15%.

Список литературы

1. Использование сырья растительного происхождения в технологии мучных кондитерских изделий / Аксенова Л.М., Герасимов Т.В., Щербакова И.А., Мистенева С.Ю., Кочетов В.К. //Хлебопродукты, 2017.-.№3.-.С.58-59.

2. Разработка рецептурных кондитерских изделий функционального назначения / Резниченко И.Ю., Чистяков А.М., Реняева Т.В., Резняев А.О. //Хлебопродукты, 2019.-.№6.-.С.40-43.

3. Сидоренко Г.А., Попов В.П., Зинюхин Г.Б., Ханина Т.В., Манеева Э.Ш. [Электродатная выпечка бисквита](#) // [Вестник Оренбургского государственного университета](#), 2015. № 9 (184). - С. 182-186.

4. Сидоренко, Г.А. Разработка технологии производства хлеба с применением электроконтактного способа выпечки: монография / Г.А. Сидоренко, В.П. Попов, Г.Б. Зинюхин, В.Г. Коротков. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. - 119 с.

5. Матвеева, И.В. Новое направление в создании технологии диабетических сортов хлеба / И.В. Матвеева, А.Г. Утарова, Л.И. Пучкова и др. Серия.: Хлебопекарная и макаронная промышленность. - М.: ЦНИИТЭИ Хлебопродуктов, 1991. - 44 с.

6. Попов В.П., Сидоренко Г.А., Биктимирова Г.И., Зинюхин Г.Б., Крахмалева Т.М. [Электроконтактная выпечка бисквита с частичной заменой муки крахмалом](#) // [Вестник Оренбургского государственного университета](#), 2014. - № 6 (167). - С. 233-238.

7. Sidorenko, G.A. Production technology optimization of biscuit baked by electric-contact way / G.A. Sidorenko, V.P.Popov, T.V Khanina., E.S.Maneeva, M.S.Krasnova // В сборнике: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2018. - С. 022096.

8. Ханина, Т.В. Оптимизация технологии производства бескоркового бисквита с добавкой моркови /Т.В. Ханина //Хлебопродукты. – 2019. – с. 38-41.

ВАРЬИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ЧАСТИЧНОЙ ЗАМЕНОЙ МУЧНОГО СЫРЬЯ

**Федотов В.А., д-р техн. наук, доцент, Гостев И.С., Советов Е.В.,
Бугорская М.А., Кулешова В.В., Милюков С.П.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

На сегодняшний день топинамбур является инновационным и прогрессивным сырьем для пищевой промышленности. Большая часть его сухих веществ представлена углеводами, среди которых преобладают фруктозаны, главным из которых является инулин. Этот линейный полимер фруктозы был открыт в 1805 году и назван в 1912 году. Биосинтез инулина происходит из сахарозы в запасующих тканях растения, а в организме человека он частично превращается в усваиваемые сахара. В клубнях топинамбура инулин содержится в концентрации 16–20 %. Среди свободных сахаров в клубнях доминирует сахароза (70,6–95,0 % от общей массы сахаров). Исследования показали, что состав структурных полисахаридов остается стабильным при выращивании в разных климатических зонах, хотя содержание инулина может варьироваться. При гидролизе олигосахаридов из топинамбура выделяются фруктоза и глюкоза. Среди структурных полисахаридов клубней пектиновые вещества составляют 34–52 %, целлюлоза – 27–45 %, а доля гемицеллюлоз, растворимых в щелочи, составляет 15–22 %. В составе пектиновых веществ преобладает нерастворимый протопектин (51–75 %). Таким образом, топинамбур представляет собой перспективное сырье для создания продуктов с широким спектром применения: от гепатопротекторов и сахарозаменителей до лечебно-профилактических препаратов. Несмотря на хорошую изученность углеводов этой культуры, из-за значительных вариаций данных по содержанию инулина и других фруктозидов каждый случай переработки сырья требует уточнения состава углеводов [1].

Важной составляющей химического состава топинамбура являются азотистые вещества, определяющие его пищевую ценность. Например, клубни, выращенные в Молдове, содержат 1,45–1,55 % общего азота и 9,06–9,69 % сырого белка. Большая часть белков относится к водорастворимым (53,3 %) и солерастворимым (33,1 %) протеинам, тогда как доля щелоче- и спирторастворимых белков составляет 2–3 %. Несмотря на несбалансированность аминокислотного состава по сравнению с идеальным белком, топинамбур содержит значительное количество аргинина, но лишен цистина и цистеина. По большинству аминокислот клубни уступают картофелю и кормовой свекле, однако по содержанию протеина (17–20 г) значительно превосходят эти культуры. Липидный состав топинамбура невелик и составляет всего 0,1 %. Липиды представлены нейтральными глицеридами и гликолипидами. Учитывая, что тепловая обработка приводит к разрушению

липидов и снижению пищевой ценности, их роль в составе клубней остается второстепенной [2].

Большой интерес представляют ферменты, участвующие в обмене инулина и других фруктозидов. Например, инулаза – это совокупность β -фруктофуранозидаз, которые расщепляют полифруктозан. Другим важным ферментом является полифенолоксидаза, вызывающая побурение тканей из-за окисления полифенолов до хинонов. Это ограничивает использование клубней для производства соков. Общее содержание воды в клубнях достигает 9,6 % на сухое вещество, а зола составляет 1,2–1,3 % от сырого вещества. Минеральный состав топинамбура включает железо, калий, фосфор и кремний, при этом кальций составляет до 25 % общей золы, а фосфор – около 17 % [3].

Высокое содержание железа в три раза превышает его уровень в других корнеплодах, что делает топинамбур полезным для людей с заболеваниями сердечно-сосудистой системы. Клубни топинамбура выделяются среди других клубнеплодов своей экологической безопасностью и низкой способностью к накоплению нитратов. Содержание нитратов в топинамбуре в среднем составляет всего 11,5 мг/кг, что делает его безопасным продуктом, даже если выращивание происходит на почвах с неблагоприятными экологическими условиями. Этот показатель значительно ниже допустимых норм для других культур, таких как картофель и свекла. Таким образом, топинамбур является привлекательным сырьем с точки зрения экологической чистоты и пищевой безопасности.

Использование в качестве биологически активного сырья заключалось в следующем. Низкое содержание нитратов и насыщенность минералами делают топинамбур перспективной культурой для создания функциональных продуктов питания и пищевых добавок. Исследования показывают, что гидролиз инулина может быть проведен как химическим, так и ферментативным путем. Для повышения эффективности извлечения растворимых углеводов и инулина предложено использовать различные кислоты (например, фосфорную и лимонную) в сочетании с оптимальными температурными режимами (50–95 °С). Зависимость коэффициента диффузии растворимых углеводов от температуры, кислотности среды и продолжительности процесса подтверждает необходимость подбора оптимальных условий экстракции.

Топинамбур является не только ценным источником углеводов (особенно инулина), но и экологически безопасным продуктом с большим потенциалом для промышленной переработки. Это делает его незаменимым компонентом для создания здоровых и функциональных продуктов питания. Процесс переработки клубней топинамбура и извлечения инулина включает множество технологических вызовов, направленных на минимизацию побочных реакций, сохранение питательной ценности сырья и увеличение выхода целевых компонентов. Существуют следующие методы переработки и технологические решения. В ходе исследований было предложено применение гидродинамической кавитации клубней для ускорения процесса экстракции

инулина и повышения биологической ценности полученного экстракта. Метод позволяет снизить температуру процесса на 10–15 °С, что значительно уменьшает разрушение термолабильных соединений и способствует сохранению их функциональных свойств.

Проведение гидролиза инулина при высоких температурах вызывает образование нежелательных продуктов деструкции, таких как оксиметилфурфурол. Эти соединения возникают в результате окисления, конденсации и разложения фруктозы. Чтобы уменьшить их количество, проведена оптимизация условий гидролиза, позволяющая снизить разложение фруктозы, повысить выход целевых продуктов и минимизировать образование окрашенных соединений. При переработке топинамбура, особенно в процессе термической обработки, происходит реакция Майяра – взаимодействие фруктозы с аминокислотами, что приводит к образованию меланоидинов. Эти соединения ухудшают внешний вид продуктов (сиропов, соков), обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, а также снижают усвояемость аминокислот. Для ограничения процесса меланоидинообразования проводились исследования состава реакционной смеси, спектральных характеристик соединений и влияния различных значений рН, что позволило определить возможные пути предотвращения реакции.

Ферментативное потемнение связано с активностью полифенолоксидазы, которая окисляет фенолы до темноокрашенных хинонов. Это приводит к ухудшению внешнего вида продуктов переработки. Для инактивации полифенолоксидазы исследовались различные методы, включая изменение рН среды, обработку сырья высокой температурой и использование химических реагентов для ингибирования фермента. Установлено, что снижение температуры процесса гидролиза до комнатной или субнулевой минимизирует образование нежелательных окрашенных соединений и способствует увеличению выхода основного продукта – фруктозы. Однако, несмотря на преимущества, низкотемпературный гидролиз характеризуется значительно более медленной скоростью реакции, что требует поиска оптимального баланса между температурой и временем обработки. Разработка технологий переработки клубней топинамбура требует интеграции физических, химических и биотехнологических подходов для достижения высокой эффективности процессов. Применение инновационных методов, таких как гидродинамическая кавитация и оптимизация температурных режимов, способствует снижению потерь питательных веществ, уменьшению образования нежелательных соединений и улучшению качества конечных продуктов. Одновременное решение проблем ферментативного и химического потемнения, а также минимизация реакций Майяра повышают биологическую ценность и безопасность продуктов переработки топинамбура.

С целью определения оптимальных дозировок порошка топинамбура сорта Дагнитрал в рецептуре макаронных изделий были проведены лабораторные исследования. В тесто для макарон вводили порошок топинамбура в количествах 5,0; 10,0; 15,0 и 20,0 % к массе макаронной муки.

При дозировке порошка 5,0 % существенных изменений структуры теста по сравнению с контрольным образцом не наблюдалось, макаронные изделия имели светлый коричневатый цвет и легкий привкус, сваренные изделия с достаточной упругостью, увеличивались в объеме в 2,7 раза, варочная вода прозрачная с легким оттенком.

При дозировке порошка 10,0 % существенных изменений в поведении теста не наблюдалось, сваренные изделия имели менее упругую консистенцию по сравнению с контрольными образцами; объема вырос в 2,4 раза, что на 17 % больше контрольного образца, варочная вода имела мутный оттенок.

Тесто с дозировкой порошка 15,0 % отличалось от контрольного образца комковатой структурой, что может свидетельствовать о снижении пластичности при замесе. Производительность пресса немного снизилась, составив 16,5 кг/ч, что ниже уровня контрольного образца (16,8 кг/ч). Цвет макарон стал коричневым, а вкус и запах приобрели ярко выраженные нотки, характерные для топинамбура. Кислотность опытных макаронных изделий составила 3,7 градуса. После варки макаронные изделия не деформировались. Консистенция изделий была вязкой, в отличие от контрольного образца, который сохранял упругость. Коэффициент увеличения объема составил 2,8, что на 10 % превышает показатели контрольного образца. Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, оказалось в 1,7 раза выше, чем у контроля, и достигло 10,3 %. Добавление 15,0 % порошка топинамбура в рецептуру привело к изменениям структуры теста и ухудшению ряда технологических показателей: снижению пластичности, увеличению слипаемости после варки, а также повышению потерь сухих веществ в варочную воду.

Внесение порошка топинамбура в количестве 20,0 % от массы муки приводило к получению макаронных изделий неудовлетворительного качества. Тесто при этом образовывалось крупными комками, что затрудняло его подачу из месильного корыта в шнековую камеру. Производительность пресса также снизилась и составила 15,2 кг/ч, что является самым низким показателем среди всех опытных дозировок. Органолептические характеристики при внесении порошка топинамбура в количестве 20,0 % оказались следующие. Кислотность изделий 4,4 градуса, что на 1,7 градуса выше, чем у контрольного образца. При варке макароны увеличивались в объеме в 3 раза, что на 25 % превышало объем изделий контрольного образца. Количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, было на 65 % больше, чем у контрольного образца, и составило 11,7 %. Таким образом, при добавлении порошка топинамбура в количестве более 10,0 % от массы муки качество макаронных изделий значительно ухудшалось, снижались варочные характеристики (рисунки 1, 2).

Анализ данных показал, что внесение порошка топинамбура в дозировке от 15,0 до 20,0 % от массы муки не приводило к улучшению качества готовых изделий и не оказывало положительного влияния на технологический процесс. Оптимальная дозировка порошка топинамбура в рецептуре макаронных изделий должна составлять не более 10,0 % от массы муки для достижения

хороших физико-химических и органолептических показателей готовой продукции.



Рисунок 1 – Варьирование потерь сухих веществ при варке готовых изделий при различной дозировке добавки топинамбура



Рисунок 2 – Варьирование коэффициента увеличения объема готовых изделий при различной дозировке добавки топинамбура

Список литературы

1. Рябова, В.Ф. Пищевая добавка из топинамбура для производства хлебобулочных изделий с лечебно-профилактическими свойствами / В.Ф. Рябова, С.Ш. Латыпова, Е.Е. Ходакова, Д.Э. Миллер // Молодой ученый. – 2015. – № 23 (103). – С. 217-219.

2. Васильев А.С., Чумакова Е.Н., Фаринюк Ю.Т. Формирование показателей качества пшеничного хлеба при добавлении порошка топинамбура // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2019. – № 5. – С. 174-176.

3. Приходина, М.В. Кормовая продуктивность топинамбура в зависимости от сорта в лесостепи Омской области / М.В. Приходина, А.В. Якуб, В.В. Христинич // Молодой ученый. – 2017. – № 6 (140). – С. 178-181.

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЦЕПТУРЫ МАКАРОННЫХ ИЗДЕЛИЙ С ДОБАВКОЙ НЕТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ

**Федотов В.А., д-р техн. наук, доцент, Савина И.А., Казакова А.С.,
Киселева П.А., Советов В.Я., Холодилина Ж.И.**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Высокое содержание пектиновых веществ в топинамбуре делает его ценным сырьем для пищевой промышленности. Он применяется в производстве желе, мармеладов, джемов, а также продуктов с лечебно-профилактическим эффектом, которые могут использоваться при отравлениях тяжелыми металлами и лечении радиационных повреждений [1].

Пищевые волокна, включая пектин, не служат источником энергии для организма, остаются химически нейтральными и обладают уникальной способностью связываться с поливалентными металлами (такими как Fe, Sr, Pb, Hg, Cr), образуя нерастворимые комплексы. Это позволяет им эффективно выводить радиоактивные элементы. Согласно исследованиям, 1 грамм пектина способен адсорбировать от 160 до 420 миллиграммов стронция. Помимо детоксикации и выведения холестерина, пектин стабилизирует аскорбиновую кислоту и широко используется в качестве желирующего агента.

Медицинские исследования подчеркивают полезность топинамбура в диетотерапии, особенно при нарушениях обмена веществ. Доля сахарозы в мировом потреблении сахаристых продуктов постепенно уменьшается примерно вдвое, уступая место фруктозе. Это связано с тем, что избыточное потребление сахарозы ухудшает работу инсулярного аппарата, способствуя развитию диабета. Сахароза также способствует ожирению, провоцирует атеросклероз и вызывает аллергические реакции. Включение топинамбура в рацион помогает частично покрыть суточную потребность организма в белках, минералах и витаминах группы В.

Клубни топинамбура являются ценным сырьем для производства фруктозы. При гидролизе инулина, представляющего собой гетерополисахарид, можно получить смесь сахаров, где 75–95 % составляют фруктоза, 5–25 % – глюкоза, а остальное – олигосахариды. Всасывание фруктозы в организме проходит медленнее, чем глюкозы или сахарозы, что снижает уровень глюкозы в крови. Фруктоза обладает липотропными и инсулиннезависимыми свойствами, менее калорийна и не способствует развитию ожирения или атеросклероза [2].

Богатое содержание железа в клубнях топинамбура делает его полезным для профилактики и лечения анемии. А высокий уровень калия и кремния в биогенной форме обуславливает его антиаритмическое действие, что подчеркивает ценность этого продукта в рационе.

Благодаря содержанию незаменимых аминокислот, витаминов, макро- и микроэлементов, продукты на основе топинамбура рекомендованы для повышения устойчивости к физическим и психоэмоциональным нагрузкам, а также для борьбы с быстрой утомляемостью и снижением работоспособности [3].

Особое внимание привлекают свойства инулина, содержащегося в топинамбуре. Этот полисахарид используется не только для производства сахарозаменителей, но и как сырье для получения физиологически активных соединений, востребованных в медицине, сельском хозяйстве и химической промышленности.

Топинамбур находит применение при лечении различных заболеваний. Современные исследования изучают его возможное антиканцерогенное действие. Клубни топинамбура, являющиеся наиболее ценной частью растения, химически близки к картофелю. Основное отличие состоит в накоплении инулина вместо крахмала. Химический состав клубней включает (%): сухие вещества – 22,5; белок – 2,3; липиды – 0,1; клетчатка – 1,9; углеводы – 16,9; зола – 1,1.

В ходе экспериментов по определению оптимальной дозировки порошка топинамбура в рецептуре макаронных изделий в лабораторных условиях были получены следующие результаты.

Эксперимент производили следующим образом: порошок топинамбура сорта Скороспелка добавляли при замесе теста в количествах 5,0; 10,0; 15,0 и 20,0 % к массе муки. Варка макаронных изделий, как контрольных, так и опытных образцов, проводилась в течение 6 минут. В качестве основы использовали пшеничную хлебопекарную муку высшего сорта. Оценивались органолептические, физико-химические показатели качества, варочные свойства макаронных изделий и влияние порошка топинамбура на производительность макаронного пресса.

Дозировка порошка 5,0 %. Структура теста и процесс замеса: существенных изменений структуры теста по сравнению с контрольным образцом не наблюдалось. Тесто сохраняло однородную, мелкокрошковатую консистенцию; производительность пресса составила 16,9 кг/ч, практически равная производительности контрольного образца (16,4 кг/ч). Кислотность составила 2,9 градуса, сваренные изделия обладали упругостью, идентичной контрольным образцам, увеличивались в объеме в 2,5 раза; количество сухих веществ, перешедших в варочную воду, составило 7,5 %, что на 6 % выше, чем у контрольного образца; варочная вода была прозрачной с кремовым оттенком.

Дозировка порошка 10,0 %. Структура теста и процесс замеса: при замесе и формировании существенных изменений в поведении теста не наблюдалось. Производительность пресса осталась на уровне 16,8 кг/ч. Кислотность составила 3,1 градуса, сваренные изделия имели менее упругую консистенцию по сравнению с контрольными образцами; у объема составило 2,9 раза, что на 10 % больше, чем у контрольного образца; количество сухих веществ,

перешедших в варочную воду, увеличилось на 30 %, составив 7,5 %; варочная вода имела слегка мутный светло-коричневый оттенок.

Добавление 15,0 % топинамбура в рецептуру изделий привело к изменениям структуры теста и ухудшению ряда технологических показателей: снижению пластичности, увеличению слипаемости после варки, а также значительному повышению потерь сухих веществ в варочную воду. Тем не менее, органолептические характеристики соответствовали продукту с добавками, что делает возможным использование такой дозировки в рецептуре при оптимизации процесса варки.

Внесение порошка топинамбура в количестве 20,0 % от массы муки приводило к получению макаронных изделий неудовлетворительного качества. Тесто при этом образовывалось крупными комками, что затрудняло его подачу из месильного корыта в шнековую камеру.

Добавление 5,0 % порошка топинамбура: данная дозировка показала наилучшие результаты с точки зрения органолептических характеристик, варочных свойств и производительности. Макароны обладали привлекательным внешним видом, упругой консистенцией и минимальными изменениями технологических показателей.

Добавление 10,0 % порошка топинамбура: при увеличении дозировки отмечались изменения консистенции (снижение упругости) и значительное увеличение содержания сухих веществ в варочной воде, что может свидетельствовать о повышении утраты структурных компонентов. Однако изделия сохранили приемлемый внешний вид и вкусовые характеристики.

Таким образом, порошок топинамбура в рецептуре макаронных изделий может быть использован в количестве до 10 % от массы муки без существенного ухудшения их технологических и органолептических характеристик, с оптимальными результатами при добавлении 5,0 %.

Список литературы

1. Васильев А.С., Чумакова Е.Н., Фаринюк Ю.Т. Формирование показателей качества пшеничного хлеба при добавлении порошка топинамбура // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2019. – № 5. – С. 174-176.
2. Приходина, М.В. Кормовая продуктивность топинамбура в зависимости от сорта в лесостепи Омской области / М.В. Приходина, А.В. Якуб, В.В. Христин // Молодой ученый. – 2017. – № 6 (140). – С. 178-181.
3. Рябова, В.Ф. Пищевая добавка из топинамбура для производства хлебобулочных изделий с лечебно-профилактическими свойствами / В.Ф. Рябова, С.Ш. Латыпова, Е.Е. Ходакова, Д.Э. Миллер // Молодой ученый. – 2015. – № 23 (103). – С. 217-219.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ ЗЕРНОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Федотов В.А., д-р техн. наук, доцент,
Якушев А.В., Шишак А.А., Малышев С.Н., Лукьянова Е.С.,
Медведев П.В., д-р техн. наук, профессор
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

В последние годы активно проводятся работы по техническому перевооружению и модернизации мельзаводов. В рамках этих мероприятий заменяются зерноочистительное оборудование, вальцовые станки, ситовые машины и другие ключевые элементы. Это позволяет не только улучшить технологический процесс, но и увеличить выход муки высоких сортов, особенно муки высшего сорта [1].

Анализ технологических схем реконструированных мельзаводов показывает значительные различия в организации размольного процесса. В частности, количество драных систем варьируется от 4 до 5, размольных – от 9 до 12, а ситовых – от 9 до 16. При четырехкратном драном процессе нижний сход с IV драной системы, а также сход с 4-й сортировочной часто направляются на последние 8 и 9 размольные системы, что снижает эффективность размола. Кроме того, на мельзаводах наблюдаются значительные колебания в соотношении вальцевой линии драных систем к линии размольных – от 1,05:1 до 1,85:1. Аналогично разнятся и показатели выхода муки: при четырехкратном драном процессе общий выход составляет 74,7 %, тогда как при пятикратном он повышается до 75,9 %.

Проекты схем помола и модернизации мельзаводов разрабатываются различными организациями, включая предприятия, конструкторские бюро областных объединений, отраслевые проектные институты и даже кооперативы. Однако в настоящее время отсутствует единый централизованный орган, который бы организовывал и контролировал реализацию технической политики на общесоюзном уровне.

Для улучшения текущей ситуации необходимо предпринять меры по повышению координации и качества реализации программ технического перевооружения мельзаводов. Особое внимание следует уделить совершенствованию технологического процесса и созданию единой системы контроля, которая будет способствовать повышению эффективности работы мельзаводов и росту качества выпускаемой продукции [2].

В рамках экспериментов была разработана и внедрена новая схема помола, которая отличается продуманной структурой и использованием современных технологических подходов. Схема включает 20 вальцовых станков размером 1000x250, 9 рассевов типа ЗРШ-6М, один рассев ЗРШ-4М и 7 ситовых машин. Она состоит из 4 драных систем с выделением мелких

систем на II и III драных, 3 шлифовочных, 9 размольных, 1 вымольной и 2 сходовых. Данная схема ориентирована на прогрессивные технологические приемы, которые уже получили широкое распространение.

Особенности конструкции схемы также включают установку мучных сит более высоких номеров (№ 55–58) на последних размольных системах, по сравнению с первыми (№ 52–55).

Ключевыми преимуществами новой схемы являются:

1. Введение специальной вымольной системы при четырехкратном драном процессе, что способствует увеличению общего выхода муки и исключает направление нижнего схода с IV драной системы на последние размольные системы.

2. Двукратная обработка двух верхних сходов с IV драной системы на бичевых вымольных машинах с развитым просеиванием продуктов на двух сортировках.

3. Использование валков с нарезной поверхностью на 8-й, 9-й размольных и 2-й сходовой системах, а на остальных – валков с микрошероховатой поверхностью.

4. Увеличение отношения окружных скоростей быстровращающихся валков на вымольной и 2-й сходовой системах до 1,5 вместо стандартного значения 1,25.

Эти изменения обеспечивают более эффективное использование оборудования, повышают выход муки высшего сорта и оптимизируют технологический процесс, делая его более продуктивным и экономически выгодным [3].

Внедрение новой схемы помола с дополнительными секциями рассева для контроля муки существенно улучшает качество продукции и повышает эффективность переработки зерна. Это позволяет не только четко формировать заданные выходы муки, но и осуществлять отдельный контроль потоков формируемого сорта, что, в свою очередь, ведет к улучшению качества продукции. В результате применения новой схемы общий выход муки увеличился до 78 %, с увеличением выхода высоких сортов и улучшением качества муки, в том числе с зольностью до 2 %. Также средневзвешенная зольность всей муки снизилась до 0,78 %, что значительно улучшает её характеристики.

При сравнительных помолах влажность зерна оставалась стабильной, что также является важным показателем. Белизна муки была взята за основной критерий, что позволило повысить общий выход муки до 76,57 %, высоких сортов – до 71,23 %, а высшего сорта – до 37,25 %. Эти изменения, в частности, позволили достичь более низкой зольности и улучшить другие параметры качества муки, такие как стекловидность.

Для технического перевооружения мельзаводов, на основе новых исследований, рекомендуется предусматривать возможность получения общего выхода муки до 79 % и повышения выхода высоких сортов. Важно изменить схему помола таким образом, чтобы нижний сход с IV драной системы и сходы

сортировок с неё направлялись на специальную вымольную систему. Это поможет улучшить общий выход муки и повысить её качество. Кроме того, стоит обеспечить ритмичную работу оборудования, устанавливая расходомеры перед I драной системой, что позволит точнее контролировать нагрузку и анализировать результаты работы смен. Все эти меры способствуют не только улучшению качества муки, но и оптимизации работы мельзаводов в целом.

Для повышения эффективности работы мельзаводов необходимо систематически проверять работу ситовеечных машин и регулярно проводить выкладку продуктов по каждой половине ситовеечной машины. Важно, чтобы после каждой половины вальцового станка были установлены энтолейторы, которые позволяют дополнительно получать до 25 % муки, что в сочетании с вальцовыми станками может увеличить выход муки на 55 %.

Также необходим регулярный контроль качества муки путем выкладки образцов по каждой системе и секции отсева. Это даст возможность оперативно выявлять отклонения и корректировать процесс. Важным моментом является подготовка зерна к помолу – точное соблюдение дозировок компонентов зерна, увлажнение и отволаживание зерна, контроль за его влажностью и минимизация содержания сорной примеси перед I драной системой.

Техническое перевооружение может привести к успешным результатам, если будет обеспечена стабильная работа высокоэффективного оборудования. Однако к оборудованию предъявляются большие требования, особенно к качеству вальцовых валков и энтолейторов, которые часто выходят из строя, снижая эффективность работы размольных систем. Также остаются проблемы с стабилизацией увлажнения зерна. Чтобы решить эти вопросы, необходим более тщательный контроль качества изготавливаемого оборудования и его эксплуатация.

Для улучшения работы мельзаводов важно изменить отношение к ключевым специалистам, таким как крупчатники, а также определить перспективы развития мукомольной промышленности. Это включает создание новых качественных сортов муки, бережное использование зерна в процессе переработки, повышение выходов и качества муки и хлеба. Комплексный подход к техническому перевооружению, внедрение прогрессивных схем помола, установка качественного оборудования и квалифицированное обслуживание обеспечат достижение значительных результатов.

Список литературы

1. Медведев П.В., Федотов В.А. Информационно-измерительная система определения потребительских свойств пшеницы // Вестник Оренбургского государственного университета. 2013. № 3. С. 140-145.
2. Медведев П.В., Федотов В.А., Бочкарева И.А. Комплексная оценка потребительских свойств зерна и продуктов его переработки // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 7-1 (38). С. 77-80.

3. Пучкова, Л. И. Технология хлеба / Л. И. Пучкова, Р. Д. Поландова, И. В. Матвеева – СПб.: ГИОРД, - 2005.

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИТНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Шульга А.С.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

Темпы и степень внедрения инновационных материалов и технологий играют ключевую роль в развитии практически всех промышленных, добывающих и сырьевых секторов экономики. Поскольку нефтегазовая отрасль занимает одно из ведущих мест в экономике России, оптимизация всех производственных и логистических процессов в этой сфере становится критически важной для увеличения рентабельности предприятий в целом.

Протяжённость газовой магистральной сети Российской Федерации составляет более 170 тысяч километров, а суммарно с нефтепроводами длина трубопроводов промышленного назначения составляет более 300 тысяч километров. [1] Большая часть трубопроводов исторически была и продолжает оставаться выполненной из металлических труб, требующих специальной антикоррозийной обработки. По оценкам специалистов, около 90% всех магистральных труб нуждаются в этой обработке. Поэтому проблема разрушения труб со временем становится всё более значимой. Необходимо рассмотреть замену на материалы, устойчивые к воздействию атмосферных условий и агрессивных сред.

В рамках данной сферы основное внимание уделяется композитным трубопроводам. Эти трубы состоят из алюминиевой оболочки, на которой с внутренней и внешней стороны закреплены слои полимера. По информации производителя, такие трубы могут выдерживать давление до 21 МПа и служить до 50 лет. Они обладают гладкой поверхностью (шероховатость не превышает 0,007 мм) и отличаются удобством при транспортировке и монтаже благодаря своей легкости по сравнению с металлическими трубами.

МЕТОДЫ

В данной работе была проведена оценка пропускной способности газопровода при стандартных условиях, а также выполнены гидравлические и тепловые расчеты для стальных и композитных трубопроводов.

Моделирование процесса нагнетания давления и изменения давления газа на внутренней стенке трубопровода осуществлялось с использованием программного обеспечения ANSYS, одного из ведущих инструментов в области компьютерного инженерного анализа.

Сравнительный анализ трубопроводной арматуры из стали и композитно-волокнутого материала (КВМ) позволил получить визуальные данные о напряжении и деформации, представленные на рисунках 1-4.

На рисунках 1 и 2 видно, что полная деформация трубопроводов распределяется равномерно. Моделируемый участок демонстрирует, что стальной трубопровод выдерживает трассовое давление на 12% эффективнее, чем КВМ.

Рисунки 3 и 4 иллюстрируют распределение напряжения по поверхности трубопроводов. Условия прочности позволяют выделить наиболее уязвимые участки: максимальное напряжение фиксируется в начале участка, после чего оно распределяется более равномерно. Анализ показывает, что КВМ уступает стальному трубопроводу всего на 17%.

В целом, результаты по деформации и напряжению не представляют критической угрозы для обоих типов труб.

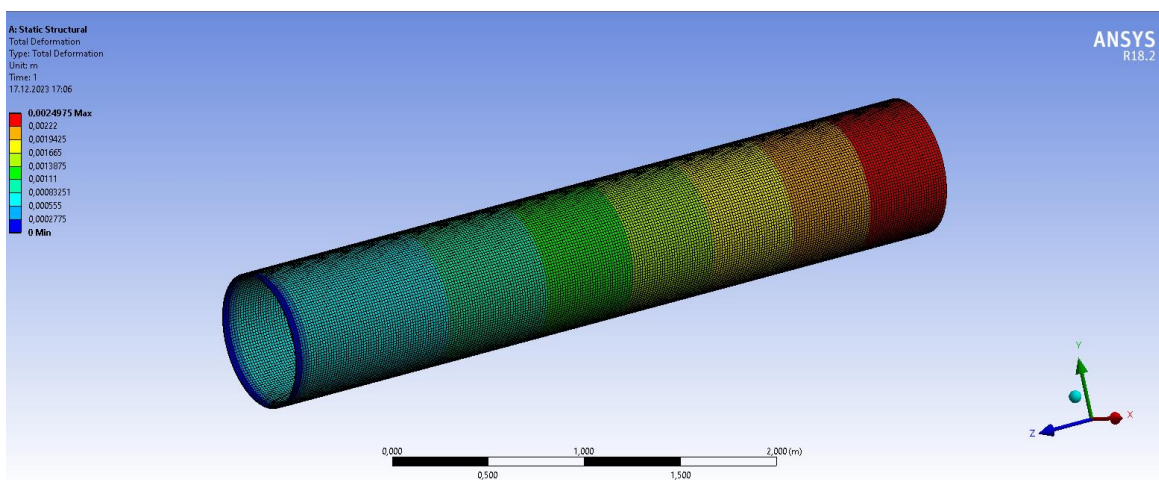


Рисунок 1 – Расчет деформации стального трубопровода

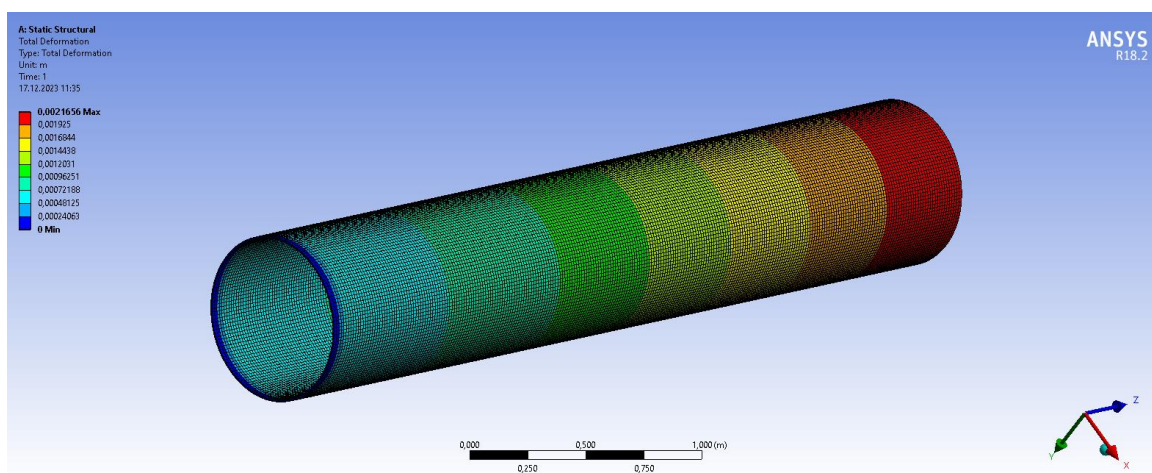


Рисунок 2 – Расчет деформации КВМ

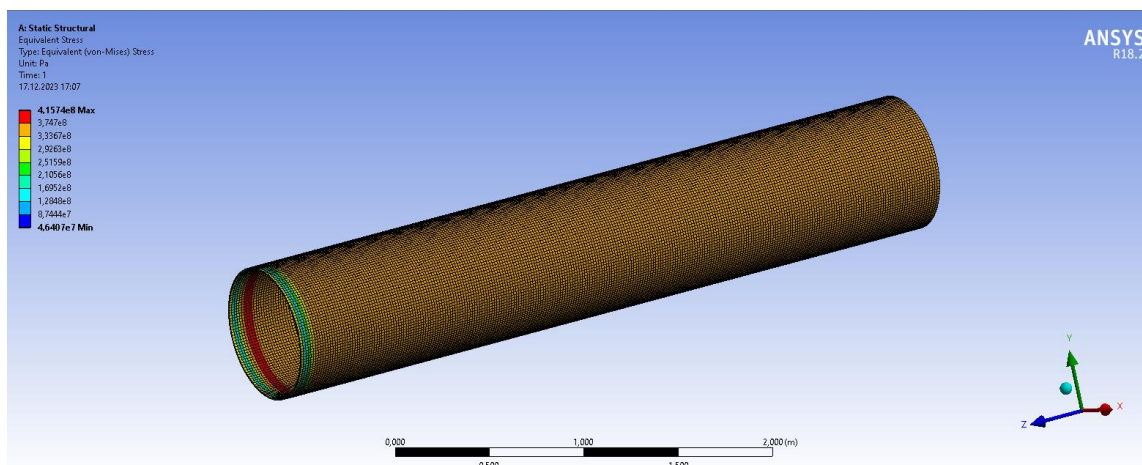


Рисунок 3 – Расчет напряжения стального трубопровода

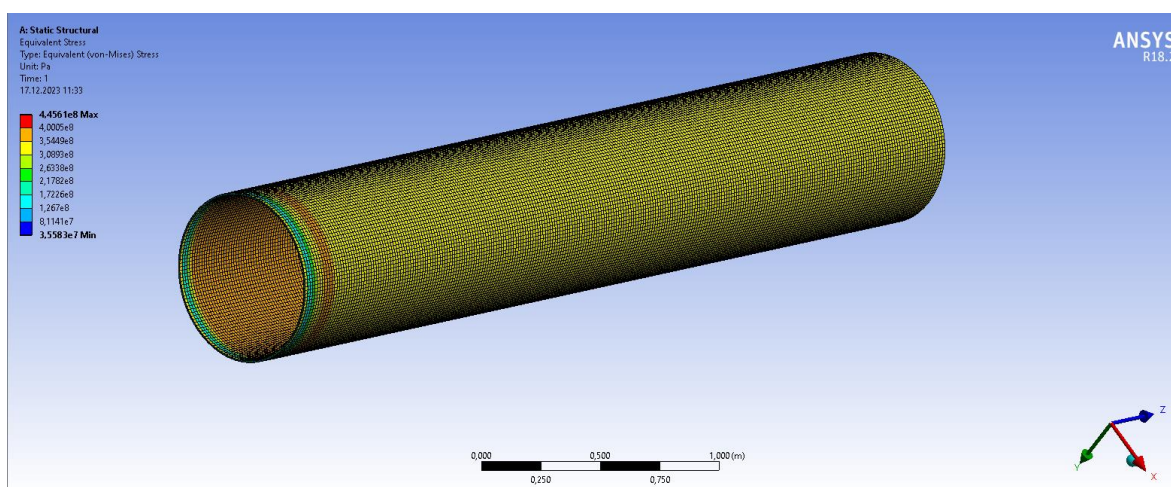


Рисунок 4 – Расчет напряжения КМП

Часто единственным способом для предварительного анализа инженерной проблемы становится компьютерное математическое моделирование.

Прогресс в разработке численных методов значительно увеличил диапазон задач, доступных для анализа. Результаты, полученные с их помощью, применяются практически во всех областях науки и техники.

На сегодняшний день ANSYS представляет собой один из наиболее мощных программных комплексов, который в полной мере реализует возможности численного моделирования. С помощью ANSYS можно разработать модель для расчета напряженно-деформированного состояния (НДС) участка газопровода, расположенного в траншее.

В соответствии с требованиями СТО Газпром 2-3.5-051-2006 и ГОСТ 8.586.1–2005 были проведены следующие исследования:

1. Оценка пропускной способности газопровода при стандартных условиях;
2. Выполнение гидравлических и тепловых расчетов как для стальных, так и для композитных трубопроводов.

Таблица 1 – Результаты сравнения стального и композитного газопровода

Расшифровка	Показатель	Для композитного трубопровода	Для стального трубопровода
Пропускная способность однониточного участка	$Q_{ст}$	121,108	83,433
Коэффициент гидравлического сопротивления	λ	0,00447	0,009476
Коэффициент гидравлического сопротивления	$\lambda_{тр}$	0,00424	0,009002
Эквивалентная шероховатость	$Kэ, мм$	0,0007	0,03
Внутренняя мощность, потребляемая нагнетателем	$N_i, кВт$	10 623,08	11 896,47
Расход топливного газа для цеха при полной загрузке всех агрегатов	$Q_{тг}, м^3/час$	18 654,32	20 167,11

На основе расчетов, представленных в таблице 1, можно сделать следующие выводы:

1. Пропускная способность композитного трубопровода превышает таковую стального на 32% благодаря снижению гидравлического сопротивления.

2. Согласно результатам расчетов режимов газоперекачивающего агрегата (ГПА), внутренняя мощность, потребляемая нагнетателем, а также расход топливного газа будут ниже при использовании труб из инновационного материала.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В результате проведенного анализа можно сделать следующие выводы: композитные трубопроводы обладают значительным потенциалом для применения в газотранспортной отрасли. Они предлагают ряд преимуществ, включая высокую прочность, легкий вес и стойкость к коррозии и агрессивным условиям, а также длительный срок службы. Их монтаж и эксплуатация просты, и они не требуют сварки или контроля сварных соединений. Благодаря гладкой внутренней поверхности, композитные трубопроводы обеспечивают низкое гидравлическое сопротивление, что позволяет уменьшить расчетный внутренний диаметр на 20-25% по сравнению с традиционными стальными трубами.

Эти качества делают композитные трубопроводы особенно привлекательными для газотранспортной отрасли, особенно в ситуациях, где традиционные материалы могут оказаться менее эффективными. Однако перед

внедрением композитных трубопроводов необходимо провести детальное исследование и убедиться в их соответствии стандартам безопасности и надежности в данной области.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе анализа композитных трубопроводов можно выделить несколько значительных преимуществ:

1. Композитные трубопроводы обеспечивают более высокую пропускную способность.

2. Моделирование напряжений и деформаций показывает, что композитные трубы уступают стальным лишь на 12% и 17% соответственно, что не является критическим и позволяет их использование.

3. Гидравлическое сопротивление композитных труб значительно ниже, чем у стальных, что улучшает их эксплуатационные характеристики.

Тем не менее, производство и внедрение композитных труб зависит от импорта иностранных материалов и комплектующих для оборудования, что может привести к увеличению их стоимости. Однако активное импортозамещение создает условия для разработки полностью отечественных композитных труб различного назначения.

Таким образом, в краткосрочной перспективе предполагается, что композитные трубы будут преимущественно использоваться для строительства новых газопроводных веток, особенно в перспективных экспортных направлениях (Центральная, Восточная и Южная Азия). Замена существующих магистральных газовых сетей в России станет следующим этапом внедрения этих инновационных материалов в энергетическую отрасль. Кроме того, внедрение новых строительных норм и правил, направленных на замену металлических труб полимерными, будет актуально не только для внутридомовых систем, но и для магистральных трубопроводов, что будет способствовать постепенному вытеснению стальных газовых труб по мере их физического износа.

Список литературы

1. Глазков А.С., Гулин Д.А., Карпова К.Е., Насибуллин Т.Р. О применении труб из полимерных материалов для промышленных трубопроводов. – URL: <http://ngdelo.ru/files/ngdelo/2020/6/ngdelo-6-2020-p107-115.pdf> (дата обращения: 21.02.2024).

2. Куспанов, А.Б. Повышение энергоэффективности трубопроводной системы в случае горячей перекачки высоковязких нефтей / А.Б. Куспанов, А.Н. Тюрин, Л.А. Чурикова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 18 (152). — С. 45-48. — URL: <https://moluch.ru/archive/152/43221/> (дата обращения: 21.02.2024).

3. Байков И.Р., Смородова О.В., Китаев С.В. Энергетическая эффективность нанокompозитных трубопроводов // Нанотехнологии в строительстве. 2018. №3. С.20-36. DOI: [dx.doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-](https://doi.org/10.15828/2075-8545-2018-10-)

3-20-36. http://nanobuild.ru/ru_RU/journal/Nanobuild-3-2018/20-36.pdf (дата обращения: 09.11.2021).

4. Болотов А.С., Розов В.Н., Коатес А.К. и др. Коррозионное растрескивание на магистральных газопроводах. // Газовая промышленность, 1994. – №6. 12-15. с.

5. N.V. Chuhareva, S.A. Mironov, T.V. Tikhonova. Prediction of accidents and damage to gas pipelines in Far North conditions. Electronic scientific journal "Oil and Gas Business", 2012, Issue 3, pp. 99-107.

РЕГЕНЕРАЦИЯ ОТРАБОТАННЫХ СМАЗОЧНЫХ МАСЕЛ

Шульга Е.А.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Оренбургский государственный университет»**

В последние годы проблема утилизации отработанных смазочных масел приобретает все большую значимость. Нефтяные масла широко применяются в современной технике, однако в процессе их эксплуатации скапливаются продукты окисления, загрязнения и различные примеси, что существенно снижает их качество. Загрязненные масла не соответствуют необходимым требованиям и должны заменяться новыми. С каждым годом потребление смазочных материалов растет, и, соответственно, увеличивается объем отработанных масел.

В России ежегодно накапливается от полутора до двух миллионов тонн отработанных масел, что создает серьезную экологическую угрозу. Эти нефтепродукты обладают токсичностью и низкой степенью биоразлагаемости (10-30%), поэтому их классифицируют как опасные отходы, которые необходимо собирать и утилизировать, а в некоторых случаях – уничтожать. Отработанные масла составляют около 60% от общего загрязнения нефтепродуктами и 20% от общего техногенного загрязнения. В отличие от западных стран, в России от 25 до 75% отработанных масел сбрасывается на землю и в водоемы, а лишь 14-15% подлежит регенерации, что составляет 3,3% от общего объема потребления. Для стран Европейского союза эти показатели составляют 20-25% и 25-30% соответственно.

В Германии 55% отработанных масел собирается, очищается и повторно используется, что положительно сказывается на состоянии окружающей среды и приносит экономическую выгоду. Немецкое законодательство требует от производителей масел, работающих в стране, добавлять в продукцию не менее 10% восстановленного масла, так называемого «refining base oil».

В России вопрос утилизации отработанных масел не имеет законодательного регулирования. В современных условиях проблема вовлечения вторичного сырья в производство приобрела особую актуальность. Отработанное масло может служить сырьем для производства ценных нефтепродуктов при надлежащей переработке.

Наиболее эффективным методом переработки отработанных масел является регенерация, которая включает удаление коллоидных веществ, битумных отложений, механических частиц и других загрязнений, а также восстановление исходного цвета и запаха масла.

Методы регенерации отработанных масел можно разделить на три основные категории: физические, химические и физико-химические, причем их комбинация оказывается наиболее результативной.

Физические методы включают отстаивание, центрифугирование, фильтрацию и перегонку.

Отстаивание – доступный метод удаления воды и крупных твердых частиц из отработанного масла через естественное осаждение в отстойниках. Этот способ используется как самостоятельно, так и перед фильтрацией или центробежной очисткой, но его недостатки включают длительность процесса и ограничение на удаление крупных частиц (50-100 мкм).

Центробежная очистка, проводимая в центрифугах, эффективно удаляет воду и твердые частицы, достигая чистоты до 0,005 % по массе и обезвоживания до 0,6 %.

Фильтрация удаляет механические примеси и смолы, пропуская масло через сетчатые или пористые фильтры, эффективно устраняя дисперсные частицы любого размера, особенно с использованием вакуум-фильтров.

Перегонка отделяет легколетучие фракции, такие как бензин, из масла. Вакуумная перегонка наиболее эффективна для получения высококачественных базовых масел, но требует специального оборудования и затрат.

К физико-химическим методам относятся коагуляция, экстракция и адсорбция.

Коагуляция – это метод очистки отработанных масел, при котором загрязняющие частицы объединяются с помощью коагулянтов, таких как ПАВы и высокомолекулярные соединения. Эффективность процесса зависит от количества коагулянта, времени контакта с маслом, температуры и интенсивности перемешивания. Обычно коагуляция длится 20-30 минут, после чего загрязнения удаляются методом отстаивания, центробежной очистки или фильтрации. Наиболее эффективным коагулянтом является метасиликат натрия, используемый в 30% водных растворах.

Экстракция разделяет масла на фракции с помощью селективных растворителей, таких как пропан, который растворяет углеводороды, оставляя смолы и асфальтены в осадке.

Адсорбция служит для окончательной очистки, используя материалы, такие как глина и силикагель. Процесс может быть контактным, перколяционным или противоточным, но контактный метод требует утилизации большого количества адсорбента, что негативно сказывается на экологии. Перколяционная очистка с силикагелем снижает экономическую эффективность. Наиболее перспективным является метод адсорбционной очистки в движущемся слое поглотителя, но он требует сложного оборудования, что ограничивает его применение.

Химические методы основаны на реакциях между загрязняющими веществами и вводимыми реагентами, что позволяет образовать легко удаляемые соединения.

К химическим методам регенерации относятся очистка с помощью кислот или щелочей, осушка, гидрогенизация и окисление кислородом.

Наиболее часто используются сернокислотная очистка, гидроочистка и различные процессы с применением натрия и его соединений.

Осушка осуществляется с использованием негашеной извести и других веществ, способствующих поглощению воды, в то время как гидрогенизация представляет собой процесс обработки масла водородом на катализаторе. В результате гидрогенизации непредельные углеводороды преобразуются в предельные, что помогает удалить примеси из отработанного масла и улучшить его стабильность в процессе эксплуатации.

Термический метод регенерации включает в себя нагрев отработанного смазочного масла для удаления летучих примесей и разрушения стойких загрязняющих веществ. Этот подход особенно эффективен для масел с высоким уровнем вязкостных загрязнений, однако сопряжен с рисками, связанными с образованием токсичных газов и воздействием высоких температур.

В биологических методах регенерации для разложения вредных веществ в отработанном масле применяются микроорганизмы. Этот способ является экологически безопасным и позволяет эффективно утилизировать масла, но требует значительных инвестиций в исследования и разработки, поскольку технологии находятся на стадии изучения.

Для регенерации применяется разнообразное оборудование, которое комбинирует различные методы, позволяя регенерировать масла различных марок с различным уровнем загрязнения.

Важно отметить, что при регенерации возможно получение продукта, качественно сопоставимого с новым маслом, причем выход масла может составлять 80-90% в зависимости от исходного сырья. Современные технологии позволяют регенерировать базовые масла как минимум дважды.

Регенерация отработанных смазочных масел является важным элементом устойчивого развития экономики и охраны окружающей среды. Для повышения эффективности и доступности регенерации необходимо продолжать исследования. Внедрение технологий регенерации отработанных смазочных масел может значительно улучшить экологическую ситуацию и содействовать устойчивому развитию, что является важным шагом в условиях современных вызовов.

Список литературы

1. Евдокимов А. Ю., Фукс И. Г. Утилизация отработанных смазочных материалов: технологии и проблемы // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2004 г., № 2.
2. Шашкин П.И., Брай И.В. Регенерация отработанных нефтяных масел. М., Химия, 1970 г.
3. Коваленко В.П., Турчанин В.Е. Очистка нефтепродуктов от загрязнений. М., Недра, 1990 г.
4. Рылякин Е.Г., Волошин А.И. Очистка и восстановление отработанных масел. М., Молодой ученый, 2015 г., № 1.

ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ И ВРЕМЕНИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОБРАБОТКИ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ НЕФТИ

¹Якименко Д. С., ²Богомолова В. О.

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Оренбургский государственный университет»,

²Филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный университет нефти и газа» (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, г. Оренбург

Загрязнение нефти представляет собой одну из наиболее серьезных экологических проблем современности, оказывая негативное влияние на экосистемы и здоровье человека. Нефть и ее производные, при попадании в окружающую среду, могут вызывать множество проблем, включая загрязнение водоемов, почвы и атмосферы. Это приводит к разрушению природных экосистем, снижению биоразнообразия и угрозе жизни различных видов животных и растений. Кроме того, нефтяные разливы могут оказать серьезное влияние на здоровье человека, вызывая заболевания, связанные с токсическими веществами. Эффективные методы очистки являются критически важными для минимизации этих воздействий и восстановления загрязненных территорий. Существующие методы очистки, такие как механическая сепарация, химическая обработка и биоремедиация, имеют свои ограничения, связанные с временными затратами, стоимостью и эффективностью при обработке больших объемов загрязненной среды.

В этом контексте ультразвуковая обработка зарекомендовала себя как актуальный и перспективный подход. Этот метод использует высокочастотные звуковые волны для создания микроскопических пузырьков в жидкости, что приводит к явлению, известному как кавитация. При схлопывании пузырьков выделяется огромное количество энергии, что способствует разрушению углеводородных загрязнителей и их более глубокому проникновению в сорбенты. Это процесс значительно увеличивает скорость и качество процессов очистки, позволяя эффективно обрабатывать загрязненные среды за короткие сроки. Кроме того, ультразвуковая обработка может быть использована в сочетании с другими методами очистки, что позволяет создавать комплексные подходы, повышающие общую эффективность. Например, применение ультразвука в биоремедиации может ускорить рост микроорганизмов, отвечающих за разложение углеводов, благодаря улучшению доступа к загрязненным молекулам.

Ультразвук – это механические колебания, которые распространяются в виде волн, аналогично звуку, но с частотой, превышающей порог слышимости человеческого уха (выше 20 кГц). В отличие от обычных звуковых волн, ультразвуковые волны обладают более высокой энергией, что позволяет им

оказывать различные физические и химические воздействия на среду, в которой они распространяются.

Механизм распространения и воздействия ультразвуковых волн

1. Генерация ультразвука: ультразвуковые волны генерируются с помощью специальных устройств – ультразвуковых преобразователей. Эти преобразователи преобразуют электрическую энергию в механические колебания, которые передаются в среду (жидкость, газ или твердое тело).

2. Распространение волн: ультразвуковые волны распространяются в среде, вызывая в ней колебания частиц. В жидкостях и газах эти колебания создают области сжатия и разрежения.

3. Кавитация: одним из ключевых эффектов, возникающих при прохождении ультразвука через жидкость, является кавитация. Когда ультразвуковая волна проходит через жидкость, она создает области с пониженным давлением (разрежения). Если давление в этих областях становится достаточно низким, в жидкости образуются микроскопические пузырьки, заполненные газом или паром. Эти пузырьки быстро растут, а затем схлопываются с большой скоростью, создавая локальные экстремальные условия. Температура внутри схлопывающегося пузырька может достигать нескольких тысяч градусов Цельсия. Давление внутри схлопывающегося пузырька может достигать нескольких тысяч атмосфер. Схлопывание пузырьков создает микропотоки жидкости, которые могут вызывать перемешивание и эрозию поверхностей. Механическое воздействие от схлопывания пузырьков разрушает молекулярные связи в загрязнениях и способствует их удалению.

Благодаря эффекту кавитации ультразвук широко используется для очистки различных материалов и поверхностей. Экстремальные условия, создаваемые при кавитации, эффективно разрушают и удаляют различные загрязнения, включая жиры, масла, грязь, накипь и другие виды отложений. Микропотоки и механические воздействия, создаваемые ультразвуком, позволяют очищать труднодоступные места, включая узкие щели, отверстия и пористые материалы. Ультразвуковая очистка является более безопасным и экологически чистым методом по сравнению с традиционными методами, использующими агрессивные химические реагенты.

Ультразвуковая обработка может оказывать значительное влияние на свойства нефти - она разрушает крупные молекулярные ассоциаты, такие как смолы и асфальтены, что снижает вязкость нефти и улучшает её текучесть. Также ультразвук способствует диспергированию парафинов, предотвращая их осаждение и образование отложений в трубопроводах и оборудовании.

Ультразвуковая обработка (УЗО) нефти представляет собой современный метод, который активно используется для повышения качества нефти, её подготовки к транспортировке и переработке, а также для решения проблем, связанных с удалением нежелательных компонентов. Этот процесс основан на воздействии высокочастотных звуковых волн, которые создают кавитационные эффекты в жидкости. Основные параметры УЗО, такие как интенсивность,

частота и время обработки, подбираются в зависимости от целей и характеристик обрабатываемой нефти, что делает этот метод гибким и универсальным.

Интенсивность ультразвуковой обработки измеряется в ваттах на квадратный сантиметр ($\text{Вт}/\text{см}^2$) и определяет мощность ультразвука, воздействующего на нефть. Низкая интенсивность, до $1 \text{ Вт}/\text{см}^2$, используется для подготовки и смешивания компонентов, при этом кавитационные эффекты минимальны. Средняя интенсивность, в диапазоне $1\text{--}10 \text{ Вт}/\text{см}^2$, применяется для разрушения структуры нефти, разложения асфальтенов и парафинов. Именно этот уровень интенсивности чаще всего используется в промышленных установках, так как он обеспечивает оптимальный баланс между энергозатратами и эффективностью кавитации. Высокая интенсивность, превышающая $10 \text{ Вт}/\text{см}^2$, предназначена для глубокой модификации нефти, включая разрыв молекулярных связей и удаление стойких загрязнений. Однако такие процессы требуют точной настройки оборудования и контроля параметров, чтобы избежать нежелательных эффектов, таких как перегрев или разрушение полезных компонентов нефти [1, 2].

Частота ультразвука, как правило, составляет $20\text{--}40 \text{ кГц}$, что является оптимальным диапазоном для создания кавитационных эффектов. При таких частотах происходит интенсивное схлопывание пузырьков, выделяющее локально высокую энергию, что способствует разрушению сложных молекулярных структур, таких как асфальтено-смолистые соединения. Температура и давление также играют важную роль в процессе УЗО, так как они могут усиливать или ослаблять кавитационные эффекты. Например, повышение температуры снижает вязкость нефти, что облегчает её обработку, а увеличение давления способствует более интенсивному схлопыванию кавитационных пузырьков [3, 4].

Время ультразвуковой обработки определяет продолжительность воздействия ультразвука на нефть и варьируется в зависимости от целей обработки. Кратковременная обработка, длительностью $10\text{--}30$ секунд, используется для дегазации, разрушения эмульсий и разжижения тяжелой нефти. Средняя продолжительность, от 1 до 3 минут, применяется для частичного разложения высокомолекулярных соединений и модификации углеводородного состава. Длительная обработка, превышающая 5 минут, предназначена для максимальной степени модификации нефти, включая разрушение стойких асфальтено-смолистых компонентов. Однако длительная обработка является энергоёмким процессом, требующим строгого контроля параметров, чтобы избежать избыточного разрушения структуры нефти [5, 6].

Эффективность ультразвуковой обработки зависит от состава нефти, её физических и химических свойств, а также от целей обработки. Например, для деструкции парафинов и асфальтенов оптимальными параметрами являются интенсивность $2\text{--}10 \text{ Вт}/\text{см}^2$ и время обработки $1\text{--}5$ минут. Для подготовки нефти к транспортировке достаточно $30\text{--}90$ секунд интенсивного воздействия, а для разрушения эмульсий требуется менее 1 минуты. Эти параметры

обеспечивают высокую эффективность процесса при минимальных энергозатратах [7, 8].

Таким образом, ультразвуковая обработка нефти является гибким и эффективным методом, который позволяет решать широкий спектр задач, связанных с улучшением её качества и подготовкой к дальнейшей переработке. Оптимальные параметры обработки, такие как интенсивность 2–10 Вт/см² и время от нескольких секунд до нескольких минут, подбираются в зависимости от целей и характеристик нефти. Этот метод имеет значительный потенциал для применения в нефтяной промышленности, особенно в условиях необходимости повышения экологической безопасности и экономической эффективности процессов [9, 10].

В заключении хочется отметить, что ультразвуковая обработка нефти представляет собой эффективный и перспективный метод, способствующий очистке и улучшению качества нефти, а также решению проблем, связанных с удалением нежелательных компонентов. В ходе нашей работы мы рассмотрели влияние интенсивности и времени ультразвуковой обработки на эффективность очистки нефти, что позволило выявить ключевые характеристики данного процесса.

Оптимальные параметры ультразвуковой обработки, такие как интенсивность от 2 до 10 Вт/см² и временем воздействия от нескольких секунд до нескольких минут, оказывают значительное влияние на качество очистки. При этом низкие уровни интенсивности используются для подготовки и смешивания, в то время как средние и высокие уровни воздействуют на разрушение сложных молекулярных структур нефти, таких как парафины и асфальтены. Это, в свою очередь, снижает вязкость нефти, улучшая ее текучесть и уменьшая вероятность осаждения отложений в трубопроводах.

Таким образом, ультразвуковая обработка не только повышает эффективность очистки, но и вносит вклад в обеспечение экологической безопасности процессов нефтедобычи и переработки. С учетом растущих требований к снижению воздействия на окружающую среду, этот метод имеет большой потенциал для внедрения в промышленность. Следует отметить, что для достижения максимальной эффективности ультразвуковой обработки необходимо выполнять тщательную настройку оборудования и контроль параметров, чтобы избежать нежелательных эффектов. Будущие исследования должны сосредоточиться на дальнейшей оптимизации процесса, изучении воздействия различных добавок и условий, а также оценке экономической целесообразности применения ультразвука в условиях реальной эксплуатации в нефтяной промышленности на фоне современного вызова обеспечения устойчивого развития.

Список литературы

1. Ye Guoxiang, Lu Xiaoping, Pingfang H. Application of ultrasound on crude oil pretreatment. *Chemical Engineering and Processing*, 2008, No. 47, pp. 2346–2350.

2. Волкова Г.И., Ануфриев Р.В., Юдина Н.В. Влияние ультразвука на состав и свойства парафинистой высокосмолистой нефти. *Нефтехимия*, 2016, Т. 56, No. 5, С. 454–460.
3. Abramov V.O., Abramova A.V., Bayazitov V.M. Sonochemical approaches to enhanced oil recovery. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2015, Vol. 25, pp. 76–81.
4. Klokoва T.P., Volodin Yu.A., Glagoleva O.F. Effect of ultrasound on the colloidal-disperse properties of petroleum systems. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, 2006, No. 42, pp. 43–46.
5. Pliss A.A., Zolotov V.P., Yakimov A.V. Effect of ultrasonic treatment on physical and chemical properties of oil. *Interval*, 2007, No. 3, pp. 36–38.
6. Ультразвуковая обработка нефтей для улучшения вязкостно-температурных характеристик. *Нефтепереработка и нефтехимия*, 2012, No. 2, С. 3–6.
7. Mullakaev M.S. Development of ultrasonic equipment and technology for well stimulation and enhanced oil recovery. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, 2015, No. 125, pp. 201–208.
8. Mousavi S.M., Ramazani A., Najafi I., Davachi S. Effect of ultrasonic irradiation on rheological properties of asphaltenic crude oils. *Petroleum Science*, 2012, Vol. 9, No. 1, pp. 82–88.
9. Хмелев В.Н., Леонов Г.В., Барсуков Р.В. Ультразвуковые многофункциональные аппараты. Барнаул: АлтГТУ, 2007.
10. Мусаби́ров М.Х., Землянский В.В., Чепик С.К. Технологии комплексного воздействия на призабойную зону пласта. *Георесурсы*, 2002, No. 3, С. 47.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕВОДОРОДОВ ОТ СЫРЬЯ ДО ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

¹Якименко Д. С., ²Богомолова В. О.

**¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

«Оренбургский государственный университет»,

**²Филиал федерального государственного автономного образовательного
учреждения высшего образования "Российский государственный
университет нефти и газа (национальный исследовательский университет)
имени И.М. Губкина, г. Оренбург**

В последние годы нефтеперерабатывающая промышленность стала особенно важной в контексте развития глобальной и национальной экономики, занимая ключевую позицию в формировании отраслевой политики при переходе от экспортно-сырьевой модели к инновационному пути экономического развития. Важность этого сектора обусловлена его центральной ролью как связующего звена между нефтегазовым комплексом и перерабатывающими отраслями, включая машиностроение, телекоммуникации, авиакосмическую промышленность и другие. Это достигается за счет поставок сырья, способного заменить традиционные материалы на новые, обладающие улучшенными качественными характеристиками.

В настоящее время нефтегазохимический сектор России отмечается крайне высоким уровнем износа основных средств, достигающим до 80%, что является основным ограничивающим фактором при реализации программы модернизации экономики. Изношенные активы не способны способствовать достижению технологического прорыва и обеспечению производства высококачественной, конкурентоспособной продукции, соответствующей международным стандартам, особенно в области экологических требований [1].

Наблюдается значительное несоответствие в уровне рентабельности нефтеперерабатывающих предприятий на мировом и отечественном рынках. В развитых странах нефтегазохимический сектор является одним из наиболее доходных, что активно привлекает инвестиции и способствует увеличению числа подобных предприятий. В противовес этому, в России отношение инвесторов к данной отрасли остается достаточно скептическим.

Существенное различие между российской и мировой нефтеперерабатывающей отраслью проявляется в учете экологического фактора в рамках управления устойчивым развитием. В мировой практике на мероприятия по охране окружающей среды выделяется не менее 10-15% от совокупной стоимости проекта, что отражает высокую степень ответственности предприятий перед обществом и природой. В России же данный аспект деятельности промышленных предприятий не рассматривается как приоритетный, что приводит к тому, что продукция и процессы отечественной нефтехимии зачастую не соответствуют международным стандартам.

В условиях вступления России во Всемирную торговую организацию (ВТО) необходимо уделить особое внимание экологическим аспектам с целью повышения конкурентоспособности отрасли на международных рынках. Это связано с необходимостью соответствия строгим экологическим требованиям, предъявляемым к качеству нефтепродуктов, в частности, стандартам Евро-4 и Евро-5, касающимся выбросов вредных веществ и общего уровня загрязнения.

Данная ситуация также затрагивает внутренний рынок, где наблюдается активный рост спроса на бензин с октановым числом 92 и 95, что обусловлено увеличением автопарка автомобилей, соответствующих требованиям европейских стандартов. Это явление является следствием внедрения с 1 января 2008 года технического регламента, касающегося норм выбросов автомобильных двигателей [2].

Несмотря на отмеченное в последние годы увеличение производства светлых углеводородов на 2-3%, что указывает на определенное улучшение в использовании нефтяного сырья, ряд экспертов выражает озабоченность по поводу того, что отечественная нефтеперерабатывающая отрасль в долгосрочной перспективе может не справиться с растущим внутренним спросом, если текущая технологическая база останется неизменной. Это подчеркивает необходимость модернизации производственных мощностей и внедрения инновационных технологий для обеспечения устойчивого развития сектора [3].

Указанные аспекты развития нефтеперерабатывающей промышленности требуют активных действий для стабилизации ситуации. Прежде всего, целесообразно направить усилия нефтехимии на применение отечественных технологий, которые по качественным характеристикам сопоставимы с импортными аналогами. В этом контексте важно активизировать механизмы государственного регулирования с целью защиты внутреннего рынка от импортных товаров.

Во-вторых, перспективной мерой представляется процесс консолидации российских проектных организаций и их трансформация в многофункциональные структуры, способные предоставить полный спектр инжиниринговых услуг, востребованных на рынке.

В-третьих, для достижения глубины переработки нефти свыше 85% необходимо расширить строительство и ввод в эксплуатацию установок для вторичной переработки тяжелых нефтяных остатков. С экономической точки зрения, увеличение глубины переработки нефти представляется более целесообразным, чем интенсификация процессов нефтеотдачи, поскольку извлечение дополнительного объема нефти, необходимого для производства одной тонны нефтепродуктов, потребует в три раза больше инвестиций, чем вложения в модернизацию процессов переработки с аналогичным конечным продуктом [4].

Физические параметры нефти, такие как плотность, вязкость, температура кипения и содержание серы, существенно влияют на процессы переработки. Плотность определяет классификацию нефти на легкую, среднюю

и тяжелую, что влияет на выбор технологий переработки. Вязкость влияет на текучесть и перекачиваемость, а высокая вязкость может требовать дополнительных затрат на нагрев. Температура кипения определяет, какие фракции можно получить в процессе дистилляции, а содержание серы требует дополнительных процессов десульфурации для соответствия экологическим стандартам. Таким образом, эти параметры критически важны для оптимизации технологических процессов и повышения качества конечных продуктов [5].

Современные технологии переработки нефти разрабатываются с целью повышения эффективности и устойчивости процесса, а также снижения негативного воздействия на окружающую среду. В частности, одной из ключевых проблем является высокое содержание воды в сырой нефти, что может приводить к коррозии оборудования и снижению качества конечного продукта. Для решения этой проблемы применяются методы деэмульгации, которые позволяют эффективно отделять воду от нефти с использованием химических реагентов. Эти реагенты способствуют разрушению эмульсий, что делает процесс более быстрым и экономически целесообразным. Кроме того, существует потребность в уменьшении содержания парафиновых веществ, так как они могут кристаллизоваться при низких температурах, а в частности приводят к следующим проблемам:

1. Закупорка трубопроводов

Высокое содержание парафинов в нефти приводит к образованию твердых отложений, что, в свою очередь, вызывает закупорку трубопроводов. Парафиновые кристаллы начинают формироваться при понижении температуры, когда нефть переходит в состояние, способствующее кристаллизации. Этот процесс может существенно нарушить нормальный поток углеводородов, приводя к необходимости временной остановки операций. Закупорка может возникать как в маломасштабных системах, так и в крупных трубопроводах, что делает её серьезной проблемой для нефтяных компаний. При этом, время простоя трубопроводной системы может привести к значительным финансовым потерям. Для устранения закупорок могут потребоваться сложные и дорогостоящие операции по очистке. Тем не менее, даже после очистки, риск повторного образования отложений остаётся высоким. Таким образом, регулярное мониторинг и контроль температуры нефти являются важными аспектами для предотвращения закупорок. Необходимо также проводить анализ состава нефти для своевременного выявления повышенного содержания парафинов [6].

2. Снижение эффективности переработки

Парафины могут негативно сказаться на эффективности переработки углеводородов на нефтеперерабатывающих заводах. При высоком содержании парафинов, процессы, такие как дистилляция и крекинг, становятся менее эффективными. Это связано с тем, что парафиновые вещества могут блокировать каталитические реакции, что приводит к снижению выхода конечного продукта. Парафины также могут снижать стабильность некоторых промежуточных продуктов, что негативно сказывается на их качественных

характеристиках. В результате, переработка нефти с высоким содержанием парафинов требует более длительных временных затрат и больших энергетических ресурсов. Это, в свою очередь, увеличивает эксплуатационные расходы и снижает рентабельность предприятий. Применение стандартных технологий переработки в таких условиях требует дополнительного оборудования и модификаций процессов. Таким образом, для повышения эффективности переработки требуется внедрение специализированных технологий, направленных на снижение влияния парафинов. Это может включать использование химических добавок, которые предотвращают кристаллизацию и улучшают текучесть нефти [7].

3. Повышение вязкости

Повышение вязкости нефти является одной из наиболее критических проблем, связанных с высоким содержанием парафинов. Вязкость нефти существенно влияет на её текучесть и способность к транспортировке. Вязкие углеводороды требуют больших затрат энергии для перекачки и могут снижать пропускную способность трубопроводов. При этом, увеличение вязкости может привести к необходимости применения более мощных насосов и оборудования. Кроме того, вязкость нефти усложняет процессы ее переработки, так как требует более высоких температур для достижения нужной текучести. Это может привести к дополнительным затратам на отопление и необходимым технологиям, обеспечивающим поддержание температуры. Нехватка эффективных методов для снижения вязкости может также увеличить риски аварий и поломок оборудования. Применение различных добавок и технологий, таких как термическое воздействие, может помочь в решении этой проблемы. Однако, эффективность этих методов может варьироваться в зависимости от конкретного состава нефти и условий переработки. Следовательно, тщательный анализ свойств нефти и разработка индивидуальных решений являются ключевыми аспектами для управления вязкостью углеводородов [8].

Каждая нефтяная точка обладает уникальным физическим составом, что в итоге затрудняет ее переработку. Основным фактором, влияющим на транспортировку и перегонку, является неоднородность вязкости самой нефти. Высоковязкие нефти, как правило, добываются из месторождений с высоким содержанием парафина. Для их переработки часто требуются дополнительные технологии, такие как нагрев, разбавление или использование депарафинизирующих добавок [9].

На различных месторождениях России содержание парафинов варьируется, что существенно влияет на процессы добычи и переработки нефти. Например, на месторождении Тюменская область содержание парафинов может достигать 15-20%, что приводит к значительным затруднениям в процессе транспортировки и переработки. Высокое содержание парафинов способствует образованию отложений в трубопроводах и оборудовании, что требует применения дополнительных технологий для их удаления [10].

В Западной Сибири, где расположены такие месторождения, как Самотлорское, содержание парафинов также высоко, что создает проблемы при добыче. Здесь содержание парафинов может достигать 10-12%, что требует использования специальных добавок и методов, таких как нагревание и разбавление, для снижения вязкости нефти.

На месторождении Волгоградская область наблюдается аналогичная ситуация. Содержание парафинов в добываемой нефти составляет около 8-10%, что также затрудняет процессы транспортировки и переработки. В этом случае необходимо применять химические препараты, способствующие депарафинизации, чтобы улучшить текучесть нефти [11].

Таким образом, высокое содержание парафинов в нефти на различных месторождениях России требует разработки и внедрения эффективных методов и технологий для оптимизации процессов добычи и переработки, что является актуальной задачей для нефтяной промышленности.

Снижение вязкости нефтепродуктов может осуществляться как физическими, так и химическими способами.

Физические способы включают в себя в первую очередь нагревание - повышение температуры нефти снижает ее вязкость, что облегчает перекачку и переработку. Например, подогрев нефти перед транспортировкой позволяет уменьшить сопротивление потоку. Также сюда входит разбавление - добавление легких углеводородов, таких как бензин или керосин, снижает вязкость за счет уменьшения концентрации тяжелых фракций. Это часто используется в процессе транспортировки.

Химические способы подразделяются на следующие:

1. Добавление депарафинизирующих агентов - использование специальных добавок, которые разрушают парафиновые структуры, снижая вязкость. Например, полимерные добавки могут эффективно предотвращать образование парафиновых отложений.

2. Применение поверхностно-активных веществ (ПАВ) - эти вещества снижают поверхностное натяжение и способствуют улучшению текучести. Например, использование ПАВ на основе алкилбензолсульфонатов может значительно уменьшить вязкость нефтепродуктов.

Следовательно, комбинирование физических и химических методов позволяет эффективно управлять вязкостью нефтепродуктов в различных условиях.

Для снижения содержания парафинов и уменьшения вязкости нефтепродуктов применяются специальные препараты, известные как депарафинизаторы. Эти вещества способствуют разрушению парафиновых структур, что улучшает текучесть нефти [12].

Примеры препаратов:

1. Парафинизирующие добавки - они предотвращают образование парафиновых отложений. Например, использование добавок на основе полимеров может значительно снизить вязкость нефти при низких температурах.

2. Синтетические растворители - такие как толуол или ксилол, используются для растворения парафинов и улучшения текучести. Эти растворители помогают в процессе транспортировки, особенно в холодных условиях.

3. Поверхностно-активные вещества (ПАВ) - снижают поверхностное натяжение и способствуют более легкому перемещению парафинов в жидкости. Например, использование ПАВ на основе алкилбензолсульфонатов может эффективно уменьшить вязкость.

Для борьбы с этой проблемой используются депарафинизаторы, которые применяют термические и химические методы для снижения вязкости нефти и предотвращения кристаллизации парафинов. Новые технологии, такие как использование ультразвуковых волн, также демонстрируют эффективность в разрушении парафиновых структур и улучшении текучести нефти [13].

Кроме того, современные технологии переработки нефти включают в себя применение каталитических процессов, таких как риформинг и крекинг, которые позволяют преобразовывать тяжелые углеводороды в более легкие и высококачественные продукты. Новые катализаторы, разработанные с использованием методов нанотехнологий, демонстрируют повышенную активность и селективность, что позволяет улучшить выход конечных продуктов и снизить количество побочных веществ. Также важным направлением является интеграция процессов переработки с использованием возобновляемых источников энергии, что способствует снижению углеродного следа.

Инновационные технологии, такие как гидрогенизация, также находят применение в переработке нефти. Эти методы позволяют эффективно обрабатывать тяжелые углеводороды и получать высококачественные продукты с минимальными затратами энергии. Важно отметить, что современные технологии переработки нефти также направлены на улучшение экологической устойчивости процессов. Внедрение замкнутых циклов, утилизация отходов и минимизация выбросов являются основными приоритетами для нефтяных компаний [14].

Использование цифровых технологий и искусственного интеллекта в управлении процессами переработки нефти позволяет значительно повысить эффективность и безопасность операций. Системы мониторинга в реальном времени помогают оперативно реагировать на изменения в процессе и предотвращать аварийные ситуации. Прогрессивные технологии также включают в себя разработку программного обеспечения для оптимизации производственных процессов и управления ресурсами.

Современные методы обработки нефти представляют собой результат значительных научных исследований и технологических разработок, направленных на улучшение качества конечных продуктов и повышение эффективности переработки. На сегодняшний день не разработано высокоэффективных методов и химических препаратов, которые позволяли бы значительно сократить стоимость готовой продукции и снизить затраты на

оборудование в процессе переработки нефти. Это создает необходимость в дальнейшем изучении и разработке новых методов и технологий, а также их сочетаний.

Комбинирование физических и химических методов может стать перспективным направлением для оптимизации процессов переработки. Например, использование нагрева в сочетании с химическими добавками может повысить эффективность снижения вязкости нефтепродуктов, что, в свою очередь, снизит затраты на оборудование и улучшит эксплуатационные характеристики. Таким образом, дальнейшие исследования в этой области могут привести к созданию более экономически эффективных решений для нефтяной промышленности [15].

Список литературы

1. Канделаки, Т.Л. Нефтепереработка, газопереработка и нефтехимия в РФ 2022-2035 / Т.Л. Канделаки. – Москва : ООО "ИнфоТЭК-КОНСАЛТ", 2023. – 920 с.
2. Багдасарова, Л.Н Популярная нефтепереработка / Л.Н Багдасарова. – Москва : Газпром нефть, 2017. – 59 с. – ISBN ISBN 978-5-9907855-2-6.
3. Подвинцев, И. Б. Нефтепереработка. Практический вводный курс: Учебное пособие / И. Б. Подвинцев. – Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2011. – 120 с.
4. Бондаренко, А. Н. Технология переработки нефти и газа. — СПб.: Питер, 2019. — 416 с.
5. Громов, Н. П. Основы нефтехимии. — М.: Химия, 2018. — 280 с.
6. Дьяков, С. А. Технологические процессы на нефтеперерабатывающих заводах. — Казань: Казанский университет, 2021. — 250 с.
7. Журнал Oil&Gas Journal Russia, апрель 2012. - М.: Открытые Системы, 2022. - 303 с.
8. Миначев, Х.М. Избранные труды. Гетерогенный катализ. Нефтехимия. Каталитический органический синтез / Х.М. Миначев. - Москва: Гостехиздат, 2011. - 563 с.
9. Advances in Chemical Engineering and Biotechnology // Journal of Chemical Technology and Biotechnology. – 2023. – Vol. 98, No. 4. – P. 123-130.
10. Recent Developments in Chemical Engineering // Chemical Engineering Journal. – 2023. – Vol. 450. – P. 200-210.
11. Innovations in Industrial Chemistry // Industrial & Engineering Chemistry Research. – 2023. – Vol. 62, No. 1. – P. 50-60.
12. ГОСТ 7.05-2008. Стандарт, который определяет требования к проектированию и эксплуатации объектов в химической промышленности. – М.: Стандартинформ, 2008.
13. ГОСТ 6825-91. Стандарт, касающийся методов испытаний и контроля качества химических веществ. – М.: Стандартинформ, 1991.
14. ГОСТ 1.1. Общие положения по стандартизации в области инженерии и химии, включая требования к документации. – М.: Стандартинформ, 2001.

15. ГОСТ 1.1-2020. Общие положения по стандартизации в области инженерии и химии, включая требования к документации. – М.: Стандартиформ, 2020.