

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вологодская государственная
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»



**МОЛОДЫЕ ИССЛЕДОВАТЕЛИ
АГРОПРОМЫШЛЕННОГО И ЛЕСНОГО
КОМПЛЕКСОВ – РЕГИОНАМ**

Том 2. Технические науки

*Сборник научных трудов по результатам работы
VIII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием*



Вологда–Молочное
2023

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Вологодская государственная
молочнохозяйственная академия имени Н.В. Верещагина»

**Молодые исследователи
агропромышленного и лесного
комплексов – регионам**

Том 2. Технические науки

*Сборник научных трудов
по результатам работы VIII Всероссийской
научно-практической конференции
с международным участием*

Вологда–Молочное
2023

ББК 65.9
М 75

Редакционная коллегия:

к.с.-х.н., доцент **В.В. Суров** – ответственный редактор;
к.т.н., доцент **А.А. Кузин**;
к.т.н., доцент **А.С. Михайлов**;
к.т.н., доцент **Ю.В. Виноградова**.

М 75 Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Технические науки: Сборник научных трудов по результатам работы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Вологда–Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2023. – 298 с.

ISBN 978-5-98076-386-2

Сборник составлен по материалам работы VIII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам», состоявшейся 20 апреля 2023 года на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА.

В сборнике представлены статьи студентов, аспирантов, молодых преподавателей и ученых России и Белоруссии в которых рассматриваются актуальные вопросы сельскохозяйственного производства в областях агроинженерии и продуктов питания животного происхождения.

Материалы сборника представляют интерес для специалистов сельскохозяйственных и смежных предприятий, научных работников, докторантов, аспирантов, магистрантов и студентов сельскохозяйственных специальностей.

Статьи печатаются в авторской редакции без дополнительной корректуры. За достоверность материалов ответственность несут авторы.

ББК 65.9

ISBN 978-5-98076-386-2

© ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2023

АГРОИНЖЕНЕРИЯ

УДК 631.552/.554

ПОКАЗАТЕЛИ ЗЕРНОУБОРОЧНОЙ ТЕХНИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

*Арбузова Алена Андреевна, студент-бакалавр
Бирюков Александр Леонидович, к.т.н, доцент*

ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия

*Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Вологодской области в рамках государственного научного гранта по договору №15 от 10 декабря 2021 года.

Аннотация: *сельскохозяйственный комбайн – это специализированная машина для уборки сельскохозяйственных культур после этапа созревания. За один проход комбайн совершает не меньше трех операций: срез, обмолот или очистка плодов от растительных остатков и транспортировка в бункер. Некоторые виды комбайнов могут иметь иной арсенал операций, а также иметь существенные отличия в конструкции.*

Ключевые слова: *сельскохозяйственный комбайн, Вектор-410, СК-5 Нива, Акрос-580*

По Вологодской области ежегодно в среднем собирается 180 тысяч тонн зерна, для этого используется зерноуборочная техника. Рассмотрим виды техники, применяемой по Вологодской области в таблице 1.

Таблица 1 – Количество зерноуборочных комбайнов отечественного производства и ближнего зарубежья по маркам в Вологодской области на 2022 год

Марка	Количество, шт
Ростсельмаш Акрос-530	4
Ростсельмаш Акрос-550	2
Ростсельмаш Акрос-580	28
Ростсельмаш Акрос-595PLUS	4
Ростсельмаш Вектор-410	60
Ростсельмаш Дон-1500Б	25
Ростсельмаш СК-5 Нива	47
Ростсельмаш РСМ-1401	2
Марал: Е-281 "MARAL-125"	21
Агромаш: Енисей-1200 НМ	11
Агромаш-5000	1
Палессе КЗС-1218	1
Палессе КЗС-10К	1
Палессе КВК-800	1
Палессе КСК-600	1
Палессе К-Г-6	1

Таким образом, наиболее распространенной моделью зерноуборочных комбайнов в Вологодской области на 2022 год является комбайн Вектор-410 производства Ростсельмаш, СК-5 Нива производства Ростсельмаш и Акрос-580 Ростсельмаш. Рассмотрим данные комбайны более подробно.

Комбайн Вектор-410 является оптимальным решением для небольших полей. Благодаря удлиненной камере открыт лучший обзор режущего аппарата, отсутствие приемного битера облегчает работы для уборки пропашных. Единый гидроразъем облегчает присоединение различных адаптеров. На комбайне поставлена одnobарабанная МСУ почти идеальной геометрией обмола, которая имеет высокую производительность, высокоинерционный барабан диаметром в 800 мм, что приводит к малой степени повреждения зерна. Длина/ширина/высота (без жатки в транспортном положении) 8 557 / 3 560 / 4 015 мм, эксплуатационный расход топлива- 1,8...2,5 кг на тонну намолоченного зерна. Платформа подборщик шириной 3,4 или 5, 6, 7, 9 м, за счет копирования рельефа качественно собирает уложенный в валок культур.



Рисунок 1 – Комбайн Вектор-410

Комбайн СК-5 Нива имеет габариты длина/ширина/высота-7607/3930/4100мм, вес 7400 кг, молотильный механизм представлен барабаном, вращающийся 2900 об/мин, объем бункера- 3000л, эксплуатационный расход топлива – 2,2...3,1 кг на тонну намолоченного зерна. Ширина жатки- 5 м, основой которого является сварной корпус, а имеющаяся гидросистема обеспечивает изменение положения жатки.



Рисунок 2 – Комбайн СК-5 Нива

Комбайн Акрос-580 используется на больших площадях. Барабан диаметром в 800 мм, с высокой инерцией. Эксплуатационный расход топлива- 2,2 кг на тонну намолоченного зерна. Габаритные размеры длина/ширина/высота- 8850/3880/3950мм, масса в полной комплектации 15000 кг, частота вращения молотильного барабана-1045 об/мин., для скашивания используются ножи с двойной режущей кромкой, увеличенный барабан позволяет создать полную сепарацию зерна. Рабочая ширина жатки – 5,9 м.



Рисунок 3 – Комбайн Акрос-580

Основными критериями, по которым выбирают комбайны в Вологодской области (после производительности) являются: параметры жатки, по ширине жатки Вектор-410 лидирует (3,4-9 м), также важную роль играет расход топлива на тонну намолоченного зерна, у Вектора-410 этот показатель в пределах 1,8 кг, СК-5 Нива – 2,2 кг, Акрос-580 – 2,2 кг. По ширине

жатки Вектор-410 лидирует.

Благодаря такой технике Вологодская область набирает темпы по сбору урожая из года в год.

Список литературы

1. Федеральная служба государственной статистики. – Текст: электронный. – URL: <http://www.gks.ru/>.
2. Большая российская энциклопедия 2004-2017 – Текст: электронный. – URL: <https://old.bigenc.ru/agriculture/text/2621783>
3. Ю.А. Песков и др. Зерноуборочные комбайны «Дон». Москва: Агропром-издат, 1986. – Текст: непосредственный.

УДК 66.047.006

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТРАТ НА ЭТАПЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СУШКИ ЗЕРНА

*Арбузова Алена Андреевна, студент-бакалавр
Бирюков Александр Леонидович, к.т.н, доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

*Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Вологодской области в рамках государственного научного гранта по договору №15 от 10 декабря 2021 года.

***Аннотация:** сушка зерна-технологически важный этап, при котором с зерна убираются излишки влажности. Так же существенную роль в технологической сушке зерна занимают затраты. Важно, чтобы технология сушки позволяла уменьшить расход топлива, снизить травмирование зерна и сократить срок самой сушки.*

***Ключевые слова:** сушка, зерно, влажность, зерносушилка*

Процесс технологической сушки зерна заключается в просушивании зерновых культур, влажность которых в конце процесса составляет около 14%. Технологическая сушка зерна осуществляется в специальных зерносушилках. Зерносушилка является элеваторным оборудованием, которая подбирается в зависимости от культур и от целей, для которых в будущем зерно будет использоваться.

Виды сушки семян:

- Природная сушка (ветер и солнце);
- Активное вентилирование (продувание воздухом принудительно на 1 м^3 не менее 400 м^3 воздуха в час)

(Используются специальные установки: СВУ-1, СВУ-2, СВУ-3, УСВУ-63, аэрожелоба, передвижные телескопические установки ТВУ-2, бункеры.)



Рисунок 1 – Сушилках для зерна СЗ

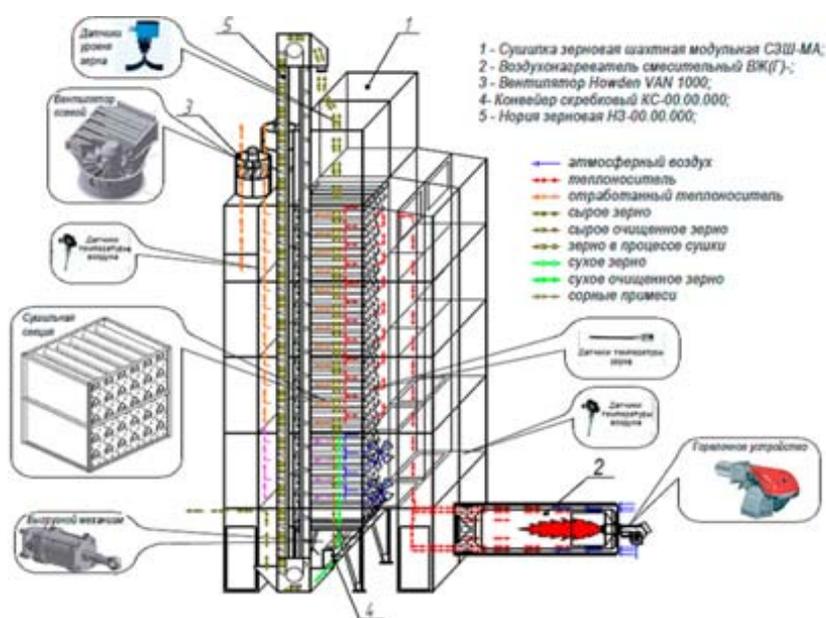


Рисунок 2 – Сушилка СЗШ-10М

- Инфракрасными лучами
- Вакуумная сушка

В Вологодской области, в виду неблагоприятного климата и других факторов, уборку зерновых культур приходится совершать при высокой влажности растений, большой засорённости посевов и различной степенью созревания зерна. В результате этого, помимо основных затрат на сбор зерновых культур и транспортировку к месту технологической сушки и хранению, затраты на сушку возрастают, так как требуется больше времени для доведения зерна до кондиционной влажности. Ниже приведены данные температуры воздуха для различной степени влажности зерновых культур.

Таблица 1 – Температура воздуха при разной влажности семян

Температура воздуха при активном вентилировании семян разной влажности, 0С		
Культура	Влажность семян, %	
	До 22	23-26
Пшеница	46-51	41-46
Рожь	51-56	46-51
Ячмень	56-61	46-51
Овес	56-61	46-51
Пшеница	41-46	31-36

Затраты на сушку зерновых культур можно снизить путём модернизированного зернового элеватора комбайна. Где будет осуществляться предварительная сушка, по принципу использования теплоты отработавших газов. Сушильный агент вентилятором через теплообменник будет подаваться в перфорированный воздухопровод, расположенный между ветвями тягового элемента, а через отверстия воздуховода на зерновые массы.

Таким образом, мы получим снижение влажности зерна, снижение потерь и более высокое качество очистки в связи с предварительной сушкой. Неиспользованная двигателем энергия топлива рационально используется для удаления влаги из поступающего в комбайн зерна. При уборке, за счет испаренной в комбайне влаги, потребуется меньшее число рейсов автотранспорта на транспортировку зерна, и как следствие, меньший расход топлива при дальнейшей сушке зерна в зерносушилке.

Усовершенствованный комбайн позволит подсушивать зерно эффективнее в 1,93 раза. Так же можно отметить и социальный эффект, который заключается в снижении потерь зерна при уборке, а также в снижении негативного воздействия на окружающую среду от выбросов вредных веществ при сжигании топлив при сушке зерна.

Список литературы

1. Сушка зерна провеиванием и нагревом: как это работает. – Текст: электронный. – URL: https://www.mecmargroup.com/ru/news/suska_zerna_proveivaniem_i_nagrevom_kak_eto_rabotaet-35
2. Гайдидей, С.В. Использование теплоты двигателя для предварительной сушки зерна в зерноуборочном комбайне / С.В. Гайдидей, И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова. – Текст : непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 4 (28). – С. 133-141.
3. Использование теплоты двигателя комбайна для сушки зерна при прямом комбайнировании / А.Л. Бирюков, С.В. Гайдидей, И.В. Зефилов, Н.И. Кузнецова. – Текст : непосредственный // Агрозоотехника. – Том 3. – № 2. – 2020.

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ СУШКЕ ЗЕРНА
ЗЕРНОСУШИЛКОЙ М-819**

*Веденцов Вячеслав Владимирович, студент-магистрант
Вершинин Виктор Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное; Россия*

Аннотация: в статье предложены возможные способы снижения затрат на сушку зерна и рекомендовано, что для снижения затрат на сушку зерна сушилкой М-819 необходимо увеличить емкость сушильной камеры за счет включения в зону сушки охлаждающей секции сушилки, применив для охлаждения зерна после сушки отдельный бункер-охладитель.

Ключевые слова: зерно, сушка зерна, энтальпия, влагосодержание, теплоноситель, энергосбережение

Проблема энергосбережения особенно важна с учетом диспаритета цен на продукцию сельского хозяйства и топливные материалы.

Анализ кинетики и тепло- и влагообмена в процессе сушки, а также результатов многочисленных исследований и практики сушки зерна и семян в сушилках различных типов, позволили определить основные направления и способы снижения расхода топлива на сушку и электроэнергии на работу машин и оборудования ЗОСП и комплексов.

Способы снижения расхода топлива на сушку зерна:

– проводить предварительный нагрев влажного зерна теплом из отработанного теплоносителя. Предварительный нагрев зерна до температуры 55...59°C уменьшает удельный расход тепла при температуре сушильного агента 100°C примерно на 10%, а при температуре 120°C на 20% в сравнении с сушкой без предварительного нагрева;

– включать в технологию сушки бункера активного вентилирования для отлежки и охлаждения зерна;

– при модернизации ЗОСП использовать зерносушилки поточного действия, конструкция которых позволяет регулировать экспозицию сушки и тем самым максимально использовать влагопоглотительную способность теплоносителя;

– выделить фуражную фракцию до сушки зерна семенного назначения и просушить ее отдельно в более жестком режиме;

– осуществлять максимально возможное снижение влажности зерна в процессе предварительной очистки и временного хранения зерна до сушки.

– уменьшать потери тепла с отработавшим теплоносителем;

– поддерживать оптимальный расход теплоносителя.

Охлаждение зерна после сушки во всех типах охладительных устройств современных сушилок происходит за счет продувки его воздухом окружающей температуры.

В типовых проектах ЗОСП на базе сушилок, не имеющих охладительных устройств, для отлёжки и охлаждения зерна после сушки предусмотрена установка бункеров активного вентилирования.

В отдельных бункерах-охладителях достигается не только охлаждение зерна перед размещением его на хранение, но и происходит использование остаточной теплоты в качестве энергии испарения, что позволяет удалить часть влаги в виде пара и дополнительно снизить влажность зерна на 1,5...2,0%. При проходе через охладительное устройство охлаждающий воздух подогревается на 15...25°C и выходит из него с относительной влажностью 8...12%. Нагретый воздух в дальнейшем не используется, а выбрасывается в атмосферу.

Следовательно, охладительные колонки или бункера активного вентилирования, применяемые для охлаждения зерна после сушки, являются калориферами-подогревателями воздуха, и подогретый в них воздух целесообразно использовать и подавать в топочные устройства сушилок.

При определении энергосбережения необходимо определить часовой и удельный расход топлива. В основу расчета расхода топлива на сушку семян зерновых культур положен тепловой расчет сушилок, то есть решение уравнений баланса влаги и тепла в процессе сушки.

Удельный расход сухого воздуха l (кг св.) на 1 кг испаренной влаги:

$$l = \frac{1000}{d_2 - d_1}, \quad (1)$$

где $d_2; d_1$ - влагосодержание теплоносителя и наружного воздуха, г/кг св.

Удельный расход тепла q (кДж) на 1 кг испаренной влаги:

$$q = (J_1 - J_0), \quad (2)$$

где $J_1; J_0$ - энтальпия теплоносителя и наружного воздуха, кДж/кг св.

Масса семян, выходящих из сушильной камеры Q_2 (т/ч):

$$Q_2 = Q_1 \frac{100 - W_H}{100 - W_2}, \quad (3)$$

где Q_1 - паспортная производительность зерновой сушилки, т/ч;

$\omega_H; \omega_2$ - начальная и кондиционная влажность семян, %.

Количество влаги W (кг/ч), испаренной в сушильной камере:

$$W = Q_1 - Q_2. \quad (4)$$

Часовой расход топлива G_T (кг/ч):

$$G_T = \frac{qW}{Q_c \eta_T}, \quad (5)$$

где Q_C - удельная теплота сгорания топлива, кДж/кг;
 η_T - коэффициент полезного действия топки. Для топок, работающих в качестве теплообменника, $\eta_T = 0,5$.

Удельный расход топлива g (кг) на сушку 1 т влажных семян:

$$g = \frac{G_T}{Q_1}. \quad (6)$$

Высокие затраты ресурсов при послеуборочной обработке зерна являются следствием физической изношенности применяемых машин и оборудования. Средний срок службы значительной части комплексов для очистки и сушки зерна в сельскохозяйственных предприятиях превысил 15 лет и часть такого оборудования требует замены, но наряду с необходимой заменой отработавших свой ресурс зерносушилок, важно проводить и модернизацию существующих комплексов, сохранивших свои технологические параметры.

К такому сушильному оборудованию, требующему модернизации, относятся зерносушилки польского производства М-819 производительностью 20 т/ч (рисунок 1).

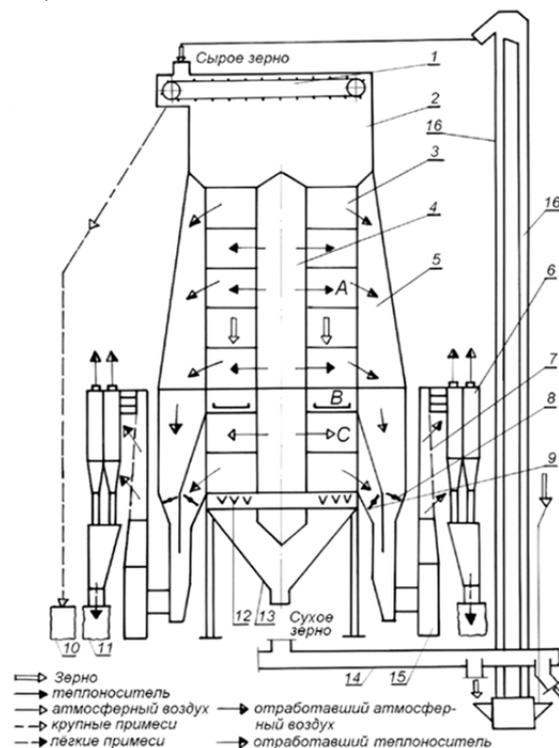


Рисунок 1 – Технологическая схема зерносушилки М-819:

1 - транспортер; 2 - надсушильный бункер; 3 - шахта; 4 - распределительная камера;
 5 - конфузур; 6 - мультициклон; 7 - пылеотделитель; 8, 9 - заслонки; 10, 11 - мешки для примесей; 12 - выпускное устройство; 13 - подсушильный бункер; 14 - выгрузной шнек;
 15 - вентилятор; 16 - нория; А, В, С - сушильная, промежуточная и охлаждающая секции

Эти зерносушилки начали поставляться в нашу страну более 30 лет

назад. Достоинством зерносушилки М-819 является то, что при длительном сроке эксплуатации технологические параметры, определяющие качество сушки, остались практически неизменными: неравномерность сушки $\pm 1,8\%$, механические и тепловые повреждения зерна в среднем не более $0,16\%$.

Помимо ремонта и восстановления работоспособности таких сушилок целесообразно изыскать возможность повышения эффективности их работы. Повышение эффективности может быть достигнуто путём включения в зону сушки охладительной секции сушилки, применив для охлаждения зерна после сушки отдельный бункер-охладитель.

Перенос охладителя в отдельное устройство даст возможность нагретому зерну находиться в бункере-охладителе более продолжительное время после сушки, что позволит дополнительно удалить из этого зерна часть влаги и будет способствовать равномерному распределению оставшейся влаги в зернах.

Результаты проведенных расчетов вариантов эксплуатации зерносушилки М-819 приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 видно, что наиболее эффективная работа зерносушилки М-819 ожидается в варианте при переключении охладительной секции на сушку, то есть в том случае, когда зона сушки увеличивается за счет охладителя, а остальные параметры (тепловая мощность, подача нагретого воздуха) остаются неизменными.

Таблица 1 – Результаты модернизации зерносушилки М-819

Показатели	Параметры сушилки М-819	
	до модернизации	после модернизации
Производительность, т/ч	20,0	25,5
Тепловая мощность, МВт	2,10	2,10
Подача нагретого воздуха, м ³ /ч	78130	78130
Емкость сушильной камеры, м ³	34,2	48,0
Удельные расходы:		
- тепла, кВт/пл. т	105,0	82,8
- нагретого воздуха, м ³ /пл. т	3907	3064

За счет включения в зону сушки охладительной секции сушилки и применения для охлаждения зерна после сушки отдельных бункеров-охладителей увеличивается зона сушки и производительность сушилки М-819 в 1,4 раза, а удельные расходы тепла и нагретого воздуха снижаются в 1,3 раза.

Список литературы

1. Грушин, Ю.Н. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян: учебное пособие / Ю.Н. Грушин, В.Н. Вершинин, Д.А. Пустынный; Под ред. В.Н. Вершинина. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2014. – 255 с. –

Текст: непосредственный.

2. Ивановская, В.Ю. Сельское хозяйство Вологодской области: состояние и меры господдержки // В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. – 2021. – №4. – С.17-21. – Текст: непосредственный.

3. Кузнецов, Н.Н. Устройство для внесения жидких консервантов в технологиях заготовки кормов в рулонах / Н.Н. Кузнецов, А.В. Терентьев, А.В. Зыков. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. 2013. – № 1 (9). – С. 23-28.

4. Кузнецов, Н.Н. Повышение эффективности заготовки прессованного в рулоны сена путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования / Н.Н. Кузнецов // автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. Санкт-Петербург, 2007 – Текст: непосредственный.

5. Кузнецов Н.Н. Рулонное сено питательнее / Н.Н. Кузнецов // Сельский механизатор. 2007. – № 7. – С. 38. – Текст: непосредственный.

6. Ивановская, В.Ю. Экономическая оценка сельскохозяйственных предприятий вологодской области / В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская // В сборнике: Передовые достижения науки в молочной отрасли. Сборник научных трудов по результатам работы IV Международной научно-практической конференции, посвящённой дню рождения Николая Васильевича Верещагина. 2022. – С. 133-135.

7. Попов, В.Д. Исследование сушки прессованной в рулоны провяленной травы / В.Д. Попов, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Техника в сельском хозяйстве. 2007. – № 6. – С. 47-49.

УДК 631.334

ИССЛЕДОВАНИЯ РАВНОМЕРНОСТИ ВНЕСЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ ШНЕКОВЫМ ДОЗАТОРОМ

*Гоголадзе Гурами Гивиевич, студент-магистрант
Жарков Сергей Николаевич, студент-магистрант
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье проведены исследования локального внесения органических удобрений, определены зависимости распределения органики от установленных режимов работы оборудования*

***Ключевые слова:** картофель, органические удобрения, местное внесение, комбинированный агрегат, шнековый дозатор, навозоразбрасыватель*

При испытании шнекового дозатора для локального внесения органических удобрений детальному изучению подлежало продольное распределение материала в борозде с учетом различных норм его внесения.

Опыты проводились в статичном положении машины и в динамическом при линейном движении трактора.



Рисунок 1 – Опыт при статичном положении трактора



Рисунок 2 – Опыт при линейном динамическом перемещении трактора

В первом случае (рис. 1) необходимо было проверить равномерность высева удобрений шнековыми дозаторами, когда трактор не движется по полю (неравномерность внесения по ширине захвата агрегата).

Во втором случае (рис. 2) проверялась равномерность распределения удобрений шнековыми дозаторами при движении трактора по полю (неравномерность внесения по длине гона).

При проведении исследований входными параметрами были частота вращения шнековых дозаторов (n мин⁻¹), установленная норма расхода удобрения (V_g кг/м²), скорость движения трактора (V_m , км/ч).

Выходные параметры: неравномерность внесения по ширине захвата агрегата, Y ; неравномерность внесения по длине гона, Z

Концептуальная модель объекта исследования представлена на рис. 3

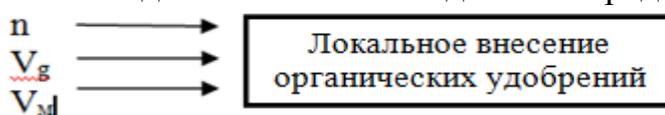


Рисунок 3 – Концептуальная модель объекта исследования

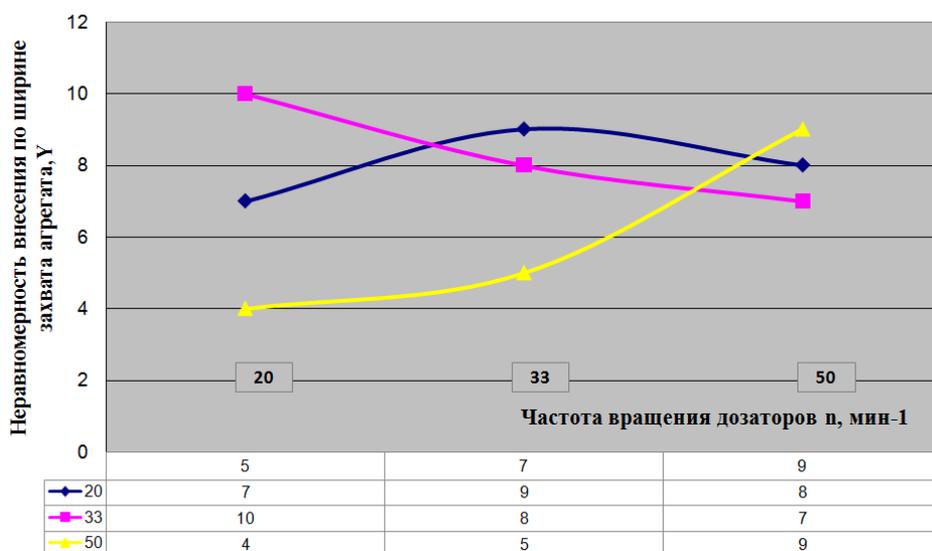


Рисунок 4 – Зависимость неравномерности распределения удобрений от скорости и частоты вращения дозаторов

Из графиков, представленных на рис. 4, можно сделать вывод, что наилучшая равномерность высева органических удобрений шнековым дозирующим устройством достигается при частоте вращения 20 мин⁻¹, с увеличением вращения неравномерность увеличивается.

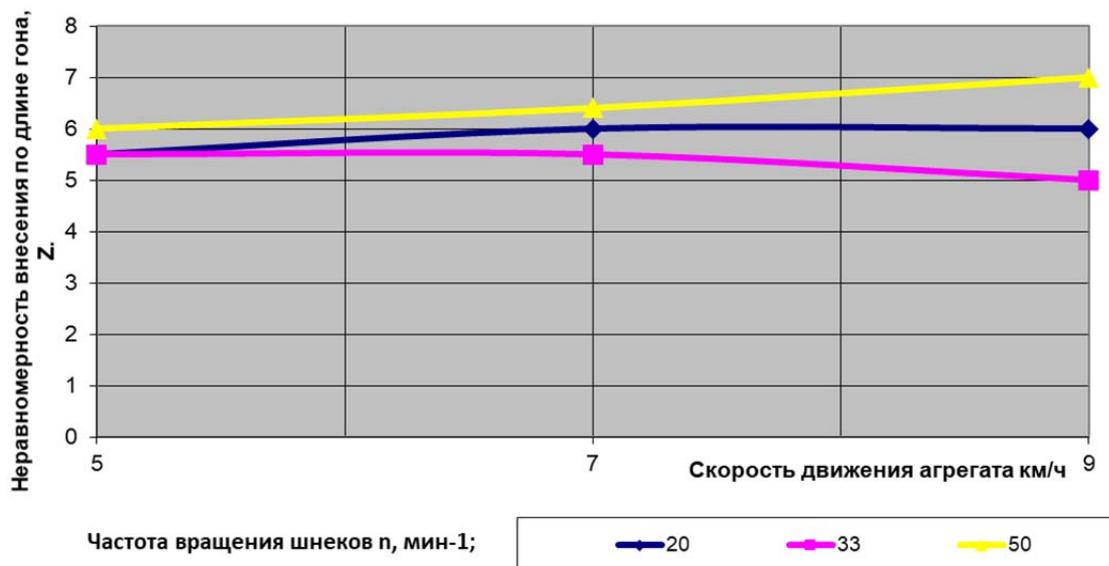


Рисунок – 5 Зависимость неравномерности распределения удобрений от частоты вращения дозаторов и скорости движения трактора

Наилучшие показатели распределения органики локальным способом по длине гона были получены при средней частоте вращения 33 мин⁻¹ на максимальной скорости агрегата 9 км/ч.

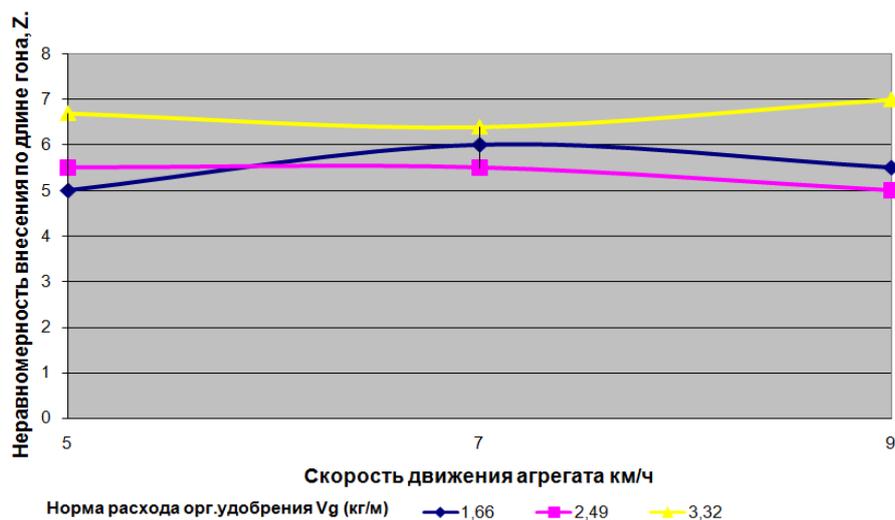


Рисунок 6 – Зависимость неравномерности распределения удобрений от нормы внесения удобрений и скорости движения трактора

При исследовании локального внесения органических удобрений «в динамике» при перемещении агрегата, наиболее равномерно в борозде распределялся высеваемый материал с минимальной нормой внесения 1,66 кг/м при скорости агрегата 5 км/ч, а также с нормой внесения 2,49 и скорости агрегата 9 км/ч.

Для апробации припосевного способа внесения органических удобрений под картофель был скомпонован комбинированный агрегат (рис.7) состоящий из трактора МТЗ-82, установки для дозированного локального внесения органических удобрений и двухрядной картофелесажалки Л-201.



Рисунок 7 – Опытный агрегат для посадки картофеля с локальным внесением органических удобрений

При заданной норме внесения 5 т/га была проведена опытная посадка картофеля с локальным внесением органических удобрений.



Рисунок 8 – Размещение в борозде картофеля и органических удобрений

Как видно из рис. 8 неравномерность распределения органического удобрения в борозде не превышает 10%, высаженный картофель находится на удобрении, на заданной глубине 8 см.

Проведенные опыты подтверждают теоретические предпосылки изложенные в предыдущих работах.

Список литературы

1. Самсонов, А.Н. К вопросу об утилизации навоза на фермах крупного рогатого скота / А.Н. Самсонов, Н.Н. Тончева, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Инновационные технологии и современные материалы в автомобилестроении. Сборник научных трудов по материалам Международной заочной научно-практической конференции. Под редакцией Н. Н. Тончевой. 2016. – С. 80-85.
2. Кузнецов, Н.Н. Рулонное сено питательнее / Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. 2007. – № 7. – С. 38.
3. Способ и техническое средство для локального внесения твердых органических удобрений при посадке картофеля / В.А. Юнин, А.М. Захаров, Н.Н. Кузнецов, А.М. Слизков, А.В. Зыков. – Текст: непосредственный // АгроЭкоИнженерия. 2020. – № 4 (105). – С. 62-79.
4. Ивановская, В.Ю. Сельское хозяйство Вологодской области: состояние и меры господдержки // В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. – 2021. – №4. – С.17-21.
5. Романов, А.С. Повышение качества внесения органических удобрений под картофель / А.С. Романов, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Молодежь и наука XXI века. Материалы Международной научной конференции. 2017. – С. 80-83.
6. Кузнецов, Н.Н. Модель функционирования технологического процесса послеуборочной обработки семенного зерна / Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. 2018. – № 1 (29). – С. 126-133.

7. Романов, А.С. К вопросу о местном внесении органических удобрений при посадке картофеля / А.С. Романов, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // В сборнике: агроэкологические и организационно-экономические аспекты создания и эффективного функционирования экологически стабильных территорий. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 139-142.

УДК 539.3/.6:636.08

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИЧЕСКИ НЕОПРЕДЕЛИМЫХ СИСТЕМ ПРИ ЗАГОТОВКЕ И ХРАНЕНИИ КОРМОВ

*Головенко Дмитрий Иванович, студент
Колоско Дина Николаевна, науч. рук., к.т.н., доцент
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: в статье рассматриваются особенности применения статически неопределимых систем и форм их поперечных сечений в конструкциях сельскохозяйственной техники при заготовке силоса и в постройках сельскохозяйственного назначения.

Ключевые слова: статически неопределимые системы, сечения замкнутого и открытого профиля, быстровозводимые конструкции

Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение является ведущей отраслью экономики Республики Беларусь. На предприятиях Министерства промышленности Беларуси производится более 300 моделей техники для агропромышленного комплекса и перерабатывающей отрасли.

Широкое распространение в технике имеют статически неопределимые системы (кратко обозначаемые СНС), способные воспринимать большую нагрузку по сравнению с статически определимыми. Статически неопределимыми называются системы, для которых общее количество реакций в связях закрепления и внутренних усилий в элементах системы, превышает число независимых уравнений статического равновесия. Примерами таких систем в сельхозмашиностроении могут служить рамы плугов и каркасы кузовов.

За счет рационального распределения усилий по элементам конструкции статически неопределимые системы позволяют достигать значительной экономии материалов, дополнительные связи увеличивают жесткость конструкции и предохраняют ее от разрушения при нарушении одной из связей.

Наиболее распространенные СНС:

- статически неопределимые балки (неразрезные);
- фермы, элементы которых работают в основном на растяжение или сжатие;

- рамы, стержни которых работают главным образом на изгиб и кручение (разделяются на внешне и внутренне статически неопределимые);
- арки.

Примером применения внутренне СНС рамы может служить рама гусеничного трактора с навесным рабочим органом, который применяется на животноводческих фермах для уплотнения силоса в траншеях, ямах, буртах. Трамбовка силоса – один из важнейших этапов в заготовке сочных кормов, влияющий на сохранность питательных элементов и сокращение потерь при хранении.



Рисунок 1 – Процесс трамбовки в силосной траншее и схема рамы гусеничного трактора с навесным рабочим органом

Прочностные расчеты таких систем значительно усложняются из-за необходимости проведения следующих действий:

- раскрытие статической неопределимости системы в зависимости от степени статической неопределимости;
- многократное построение эпюр внутренних силовых факторов (грузовая, единичные, суммарные);
- обязательные статическая и деформационная проверка правильности расчетов.

Проведение подобных расчетов вручную очень трудоемкий процесс. На рисунке 2 представлена суммарная эпюра изгибающих моментов рамы гусеничного трактора [2]. Эпюра строится для определения опасного сечения, в котором возникает максимальный внутренний силовой фактор.

Применение современных компьютерных программ значительно упрощает подобные расчеты и позволяет повышать наглядность и информационную насыщенность результатов.

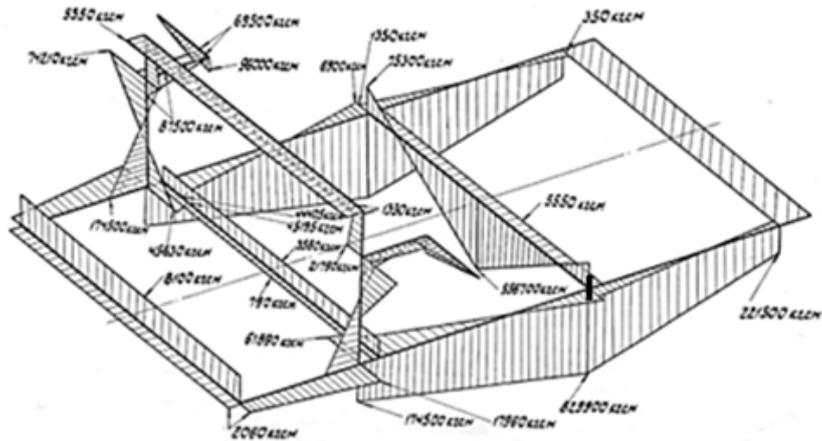


Рисунок 2 – Эпюры изгибающих моментов рамы гусеничного трактора с обозначением опасного сечения

На рисунке 3 представлены графически проиллюстрированные результаты расчетов напряжений и деформаций в раме трактора класса 25 для БРА (эксплуатационная масса агрегата 35 тонн) универсальной программной системы анализа методом конечных элементов ANSYS [1].

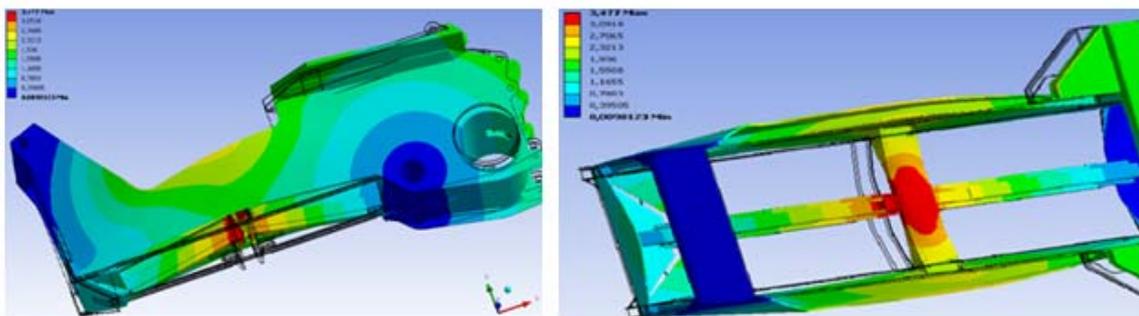


Рисунок 3 – Результаты расчетов программой ANSYS напряжений и деформаций в раме трактора

Приведенные расчеты позволяют сделать заключение, что для уменьшения веса конструкции и увеличения ее жесткости при изгибе целесообразно изготавливать сечения закрытой формы коробчатые (трубчатые) вместо сплошных сечений, применять ребра жесткости и подпорки. Использование в конструкции рамы закрытых профилей таких форм существенно увеличивает жесткость и прочность конструкции, ее сопротивление изгибу и кручению.

Размеры применяемых в конструкциях сельскохозяйственной техники статически неопределимых рам обычно не превышают 4 – 5 метров. Конструкции больших размеров предпочтительно проектировать не работающими на изгиб и заменять балки фермой или шпренгельной фермой. Такие балки содержат кроме основных дополнительные элементы, предназначенные для уменьшения изгибающих моментов, обусловленных располо-

жением внешней нагрузки вне узлов и для увеличения жесткости всей системы. Под понятием «шпренгель» понимается стержневая конструкция, дополнительная к основной несущей конструкции и служащая для её усиления.

Шпренгельные балки делятся на два типа. К первому типу относятся балки, дополнительные элементы которых составлены только из стоек и нижней обвязки пояса; ко второму – балки, шпренгель которых представляет собой ферму с неизменяющейся (треугольной) решеткой. Для уменьшения панелей грузового пояса в фермах больших пролетов применяют установку дополнительных ферм – шпренгелей, опирающихся в узлы пояса. Обычно стержни шпренгелей объединяют со стержнями основной фермы, получая шпренгельную ферму (рисунок 4).

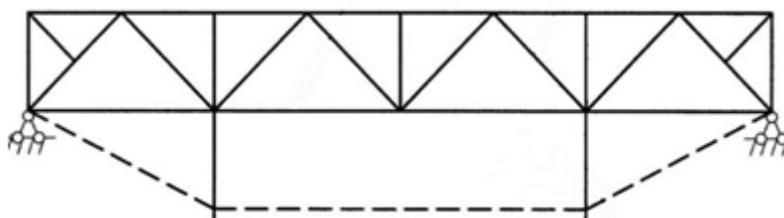


Рисунок 4 – Схема шпренгельной фермы

Примером использования данных конструкций в агропромышленном комплексе могут служить каркасы представленных на рисунке 5 быстровозводимых коровников [4] и сенохранилищ [4].



Рисунок 5 – Быстровозводимый коровник и сенохранилище

Поперечные сечения таких статически неопределимых систем могут иметь открытый профиль в виде двутавра, двух швеллеров, равнополочных уголков. Более легкие стальные тонкостенные конструкции (ЛСТК) пользуются сегодня широким спросом в строительстве сельскохозяйственных построек. Открытые тонкостенные профили плохо работают на кручение, поэтому в балках открытого профиля рекомендуется делать симметричное сечение. ЛСТК отличаются геометрической точностью профилей, легкостью конструкций и отсутствием усадки. Но имеют меньшую проч-

ность и невысокий срок эксплуатации.

Статически неопределимые системы всегда жестче, чем статически определимые того же веса. Увеличение жесткости СНС влечет за собой увеличение собственной частоты конструкции, коэффициента динамичности, рост динамических напряжений при ударных нагрузках. В СНС возникают температурные и монтажные напряжения, что необходимо учитывать при проектировании и предусматривать допустимость регулировки зазоров и мест сборки элементов конструкции.

Список литературы

1. Программа Ansys. – Текст: электронный. – URL: <https://www.ansys.com>.
2. Рама трактора. – Текст: электронный. – URL: <https://studfile.net/preview-/3579799/>.
3. Руденко, А.Д. Особенности расчета шпренгельных балок и ферм / А.Д. Руденко, Я.В. Послед, Д.Н. Колоско. – Текст : непосредственный // Сборник научных трудов по результатам работы III международной молодежной научно-практической конференции « Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам» т. 2, ч. 1. Вологодская государственная молочно-хозяйственная академия имени Н.В. Верещагина – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2018. – С. 90-95.
4. ЛСТК в сельском хозяйстве. Сенохранилище – Текст: электронный. – URL: <https://dzen.ru/a/YNoZlHpJQyQpMmYn>

УДК 633.63:631

РАСЧЕТ РЕЗЬБОВОГО СОЕДИНЕНИЯ ВЫСАЖИВАЮЩЕГО АППАРАТА ЛУКОВОЙ САЖАЛКИ

*Горшков Кирилл Андреевич, студент-бакалавр
Цуренко Павел Денисович, студент-бакалавр
Чиркова Наталья Сергеевна, студент-магистрант
Фролов Дмитрий Алексеевич, студент-бакалавр
Овтов Владимир Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, г. Пенза, Россия*

Аннотация: в статье представлена конструкция спроектированного высаживающего аппарата для посадки лука севка с заданными конструктивными параметрами, а также проведен расчет резьбового соединения подшипника скольжения с корпусом.

Ключевые слова: высаживающий аппарат, посадка, сажалка, расчет, резьба, сила сжатия

Посадка луковичных культур состоит из нескольких последовательных технологических операций, одна из которых это выборка лука севка из бункера высаживающими аппаратами и поштучная подача его в семяпроводы [1-6]. При однострочной посадке посадочный аппарат должен обеспечивать равномерную поштучную подачу луковиц и их распределение на расстоянии 10...12 мм друг от друга вдоль рядка в борозду донцем вниз при дальнейшей их заделкой рабочими органами с сохранением данного положения [3-7].

В Пензенском ГАУ разработан катушечно-вилочатый аппарат сажалки лука-севка (рисунок 1) состоит из крышки 1, корпуса состоящего из двух боковин 2, транспортирующей катушки 3 с вилчатыми захватами, выполненными в виде стержней 4, которые образуют ячейки для луковиц, а также содержит подшипники скольжения 5, изготовленные из фторопласта-4, установленные соосно вилчатой катушке в отверстиях боковин 2 корпуса высаживающего аппарата и сопряженные с корпусом вилчатой катушки [8].

Определим максимальную нагрузку, действующую в болтовом соединении представленного на рисунке 1 из условия прочности сжатия фторопласта-4 [9].

$$\sigma_{сж} = \frac{F_{сж}}{A} \leq [\sigma_{сж}],$$

где $F_{сж}$ – сила сжатия фторопласта при затяжке гайки болта, Н;

A – площадь сжатия резиновой пластины, мм²;

$\sigma_{сж}$ – разрушающие напряжения сжатия фторопласта-4 составят $\sigma_{сж} = 11,8$ МПа [10].

Определим допускаемые напряжения сжатия при коэффициенте запаса прочности $n=1,5$ по формуле

$$[\sigma_{сж}] = \frac{\sigma_{сж}}{n} = \frac{11,8}{1,5} = 7,87 \text{ МПа.}$$

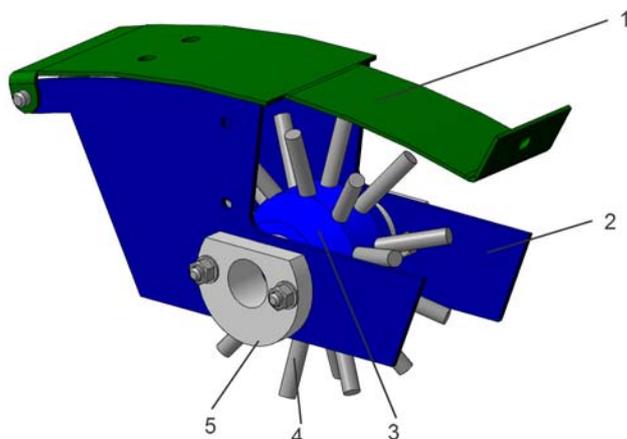


Рисунок 1 – Катушечно-вилочатый высаживающий аппарат
Площадь сжатия фторопласта определится по формуле

$$A = \frac{\pi \cdot (d_n^2 - d_g^2)}{4} = \frac{3,14 \cdot (10^2 - 5,5^2)}{4} = 54,8 \text{ мм}^2.$$

где d_n и d_g – наружный и внутренний диаметры шайбы под гайкой, мм.

Максимальная нагрузка, действующая в болтовом соединении составит

$$F_{сж} \leq A \cdot [\sigma_{сж}] = 54,8 \cdot 7,87 = 431,3 \text{ Н.}$$

Определим расчетные эквивалентные напряжения в стяжном болте

$$\sigma_{экр} = 1,3\sigma_p = \frac{1,3 \cdot 4 \cdot F_{зам}}{\pi d_1^2},$$

где d_1 – внутренний диаметр резьбы болта, мм, для резьбы М5 шаг $P=0,8$ мм $d_1 = 4,134$ мм, d_2 – средний диаметр резьбы $d_2 = 4,48$ мм.

$[\sigma_p]$ – допускаемые напряжения растяжения материала болта, МПа;

1,3 – коэффициент, учитывающий напряжения кручения, появляющиеся вследствие трения в резьбе.

$$\sigma_{экр} = 1,3\sigma_p = \frac{1,3 \cdot 4 \cdot F_{зам}}{\pi d_1^2} = \frac{1,3 \cdot 4 \cdot 431,3}{3,14 \cdot 4,134^2} = 42,78 \text{ МПа.}$$

Допускаемые напряжения растяжения материала стяжного болта, МПа

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S]},$$

где σ_T – предел текучести материала стяжного болта класса прочности 3.6, $\sigma_T = 180$ МПа

$[S]$ – допускаемый коэффициент запаса прочности, при неконтролируемой затяжке $[S]$ в зависимости от материала, диаметра резьбы болта и постоянной нагрузке принимаем $[S] = 3,0$.

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{[S]} = \frac{180}{3,0} = 120 \text{ МПа.}$$

Расчетные напряжения меньше допускаемых $42,78 \text{ МПа} < 120 \text{ МПа}$, условие прочности выполняется с запасом.

Определим силу, которую необходимо приложить к стандартному ключу $l = 15d$. Коэффициент трения в резьбе и на торце гайки $f = 0,15$.

Приведенный коэффициент трения

$$f' = \frac{f}{\cos \alpha/2} = \frac{0,15}{\cos 60/2^\circ} = 0,173.$$

Приведенный угол трения

$$\varphi' = \text{arctg} f' = \text{arctg} 0,173 = 9^\circ 50'.$$

Угол подъема резьбы

$$\text{tg} \psi = \frac{P}{\pi d_2} = \frac{0,8}{3,14 \cdot 4,48} = 0,057.$$

$$\psi = \text{arctg} 0,057 = 3^\circ 15'.$$

Момент завинчивания, приложенный к гайке

$$\begin{aligned}
T_{\text{зав}} &= F_a \frac{d_2}{2} \left[\operatorname{tg}(\psi + \varphi') + \frac{f(D + d_0)}{4} \right] \\
&= 431,3 \frac{4,48}{2} \left[\operatorname{tg}(9^\circ 50' + 3^\circ 15') + \frac{0,15(10 + 5,5)}{4} \right] \\
&= 561,8 \text{ Нмм.}
\end{aligned}$$

Сила F_p , которую необходимо приложить к ключу составит

$$F_p = \frac{T_{\text{зав}}}{l} = \frac{T_{\text{зав}}}{15d} = \frac{561,8}{15 \cdot 5} = 7,5 \text{ Н.}$$

Выполненные расчеты позволили определить момент завинчивания и силу, которую необходимо приложить к ключу для обеспечения надежного крепления подшипников скольжения изготовленных из фторопласта-4.

Список литературы

1. Ovtov, V.A. Construction and Design Parameters of the Reducer-Variator / V.A. Ovtov. – 2021. – Vol. 14, No. 3. – P. 202-204. – Text: direct.
2. Дозатор-сводоразрушитель бункера луковой сеялки / В.А. Овтов, П.А. Емельянов, А.Г. Аксенов, А.В. Сибирев. – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. – 2019. – № 3. – С. 11.
3. Овтов, В.А. Модернизация луковой сажалки щеточным заделывающим устройством / В. А. Овтов, А. С. Барабанов. – Текст: непосредственный // Ремонт. Восстановление. Модернизация. – 2020. – № 3. – С. 8-11.
4. Теоретические исследования геометрических и кинематических параметров вальцового транспортирующего устройства / В. А. Овтов, А. В. Поликанов, А. А. Орехов [и др.]. – Текст: непосредственный// Нива Поволжья. – 2020. – № 1(54). – С. 113-117.
5. Овтов, В.А. Техничко-экономическое обоснование высадкопосадочной машины с ориентирующими вальцами / В.А. Овтов, М.С. Васюнин, А.Е. Нагорнов. – Текст: непосредственный // Аграрный научный журнал. – 2020. – № 4. – С. 92-95.
6. Ovtov, V.A. The pulse stepless onion planter gear reducer / V. A. Ovtov, K. M. Mitin, P. D. Tsurenko. – Text: direct // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : International Conference on Agricultural Engineering and Green Infrastructure Solutions (AEGIS 2021), Tashkent, 12-14 мая 2021 года. Vol. 868. – Tashkent: Institute of Physics and IOP Publishing Limited, 2021.
7. Ovtov, V.A. Auger orienting device for planting sugar beet root crops / V. A. Ovtov, N. S. Chirkova, V. M. Gudin. – Text: direct // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Zernograd, Rostov Region, 27–28 августа 2020 года. – Zernograd, Rostov Region, 2021. – P. 012017.
8. Патент на полезную модель № 215856 U1 Российская Федерация, МПК А01С 7/12, А01С 7/16, А01В 71/04. Катушечно-вильчатый аппарат сажалки лука-севка: № 2022126984: заявл. 17.10.2022: опубл. 29.12.2022 / В.А. Овтов, Н.С. Чиркова, Д.А. Фролов, К.А. Горшков; заявитель Фе-

деральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пензенский государственный аграрный университет". – Текст: непосредственный.

9. Чугунов, В.А. Детали машин и основы конструирования. Соединения (общие сведения, расчетные формулы, примеры): учебное пособие / В.А. Чугунов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. – 124 с. – Текст: непосредственный.

10. Текст: электронный. – URL: <https://ftoroplast.com.ru/gost-10007-80/>

УДК 631.361

АНАЛИЗ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОДНОТИПНОГО НЕОРИЕНТИРОВАННОГО ВОЛОКНА ИЗ КОНОПЛИ

*Даузе Леонид Васильевич, студент-магистрант
Бадан Дмитрий Валентинович, студент-магистрант
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье проведён анализ перерабатывающего оборудования и линий производства однотипного неориентированного волокна из конопли.

Ключевые слова: конопля, переработка конопли, оборудование для переработки конопли

Лён и конопля являются стратегическими культурами для сельского хозяйства Российской Федерации [1-8].

В настоящее время ОАО «Завод им. Г.К. Королева» к выпуску предлагает линию для переработки технической конопли в однотипную пеньку, которая состоит из размотчика рулонов РЛР-1500, двух мяльных машин ММК-2-01 и М-110Л-04, одной трепально-очистительной машины и трех трясильных машин ТНК-126 и ТН-112 в соответствии с рисунком 1.

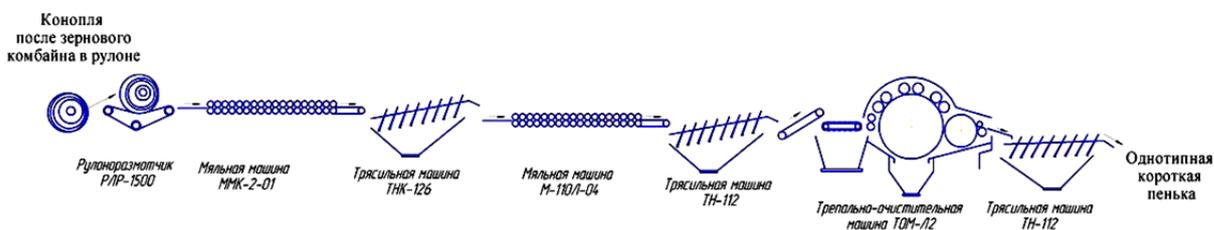


Рисунок 1 – Технологическая схема линии для производства однотипной пеньки ОАО «Завод им. Г.К. Королева (Иваново)

Заводом линия предлагается недавно, поэтому именно в такой ком-

плектации она на пенькозаводах еще не установлена. Однако большинство машин, входящих в нее, как отдельно, так и в составе линий других комплектаций, зарекомендовали себя с положительной стороны. Более 70 % машин в линии заимствованы из льняных линий, поэтому, по сути, это льняной куделеприготовительный агрегат, но усиленный для коноплесырья двумя машинами подготовки, мяльной и трясильной. Наличие последовательно установленных шести машин, несомненно, будет производить однотипную пеньку высокой степени очистки от костры и примесей, а высокой ли прочности будет это волокно – это на сегодняшний день неизвестно.

Производительность такой линии по сырью превышает 600 кг/ч, потребляет около 40 кВт электрической мощности (без вентиляции), цена её составляет около 20 млн. руб.

Существует упрощенная линия первичной переработки спутанных ломаных стеблей конопли, преимущественно для стеблей весенней уборки, которая состоит из мяльной и трясильной машины, а при необходимости, из нескольких мяльных и трясильных машин в соответствии с рисунком 2.

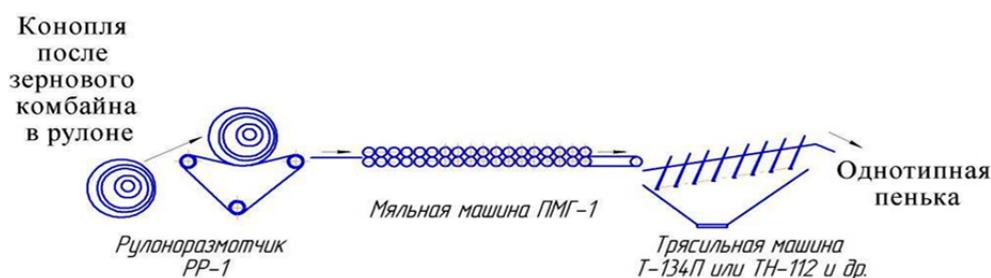


Рисунок 2 – Технологическая схема переработки конопли в пеньку однотипную неориентированную на упрощенной линии

Обычно эта линия собирается в условиях самого перерабатывающего предприятия (пенькозавода) из имеющихся б/у машин.

Преимуществом такого упрощения является повышение коэффициента полезного времени всей линии – увеличение производительности, снижение себестоимости волокна, нет зависимости от паровой котельной, понижение металло- и энергоемкости, оборудование изготавливается российскими производителями.

Но имеются и недостатки. Ранее исследованиями показано, что переработка коноплесырья на линии в соответствии с рисунком 2 часто не обеспечивает должное качество однотипной короткой пеньки, которая не всегда соответствует действующему стандарту на пеньку короткую.

В соответствии с таблицей 1 на упрощенной линии имеет место превышающее предельное значение массовой доли костры, поэтому полученное волокно не всегда может являться пенькой короткой. Однако снизить массовую долю костры, хотя бы до сорта 3, можно дальнейшей механической переработкой, например, путем дополнительной установки одной или

двух трясильных машин.

Анализ других показателей, таких, как разрывная нагрузка скрученной ленточки указывает на то, что такая однотипная пенька, полученная на упрощенной линии, является достаточно прочной, а массовая доля «лапы» в волокне не превышает 5 %, что соответствует значению для сорта 2. Однотипная пенька может быть переработана в пряжу низких номеров (для мешковины, брезента и т.д.), а также большого количества изделий технического и медицинского назначения.

Таблица 1 – Показатели качества пеньки однотипной неориентированной, полученной на линии в соответствии с рисунком 2 и сравнение их со стандартными значениями по ГОСТ 9993-2014. «Пенька короткая. Технические условия»

Показатели качества	Ед. изм.	Значения для линии в соответствии с рисунком 2	Норма для сорта 1	Норма для сорта 2	Норма для сорта 3
1. Средняя массодлина волокон	мм	от 200 до 300	Не гостируется	Не гостируется	Не гостируется
2. Средневзвешенная линейная плотность	текс	от 13 до 20	Не гостируется	Не гостируется	Не гостируется
3. Массовая доля костры	%	до 30	10	13	16
– несвязанная костра	%	от 30 до 50	Не гостятся	Не гостятся	Не гостятся
– связанная костра	%	от 50 до 70			
Предельная массовая доля костры, не более	%	–	12	17	21
4. Разрывная нагрузка скрученной ленточки	кгс	до 30	31	25	17
5. Массовая доля «лапы»	%	4,7	4,0	5,0	7,0

Производительность линии по сырью может превышать 600 кг/ч, потребляет около 16 кВт электрической мощности (без вентиляции), цена её составляет около 9 млн. руб.

Широко распространена малозатратная линия с использованием дезинтегратора, которая также имеет место на пенькозаводах и является более эффективной, чем предыдущая линия. Она состоит из мяльной машины, дезинтегратора и трясильной машины в соответствии с рисунком 3.

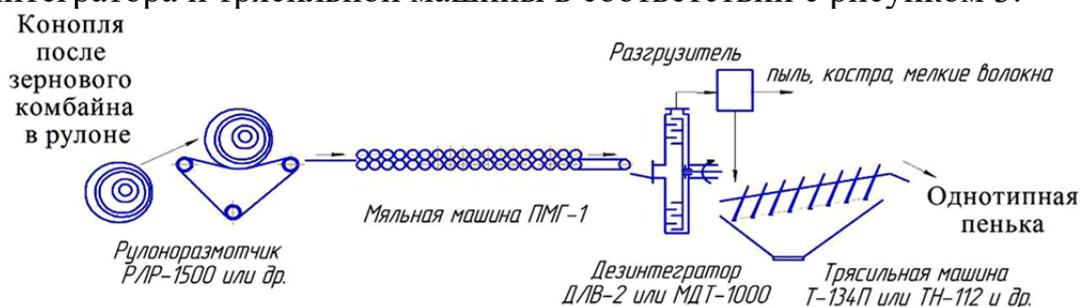


Рисунок 3 – Технологическая схема линии переработки конопли в однотипную короткую пеньку

В линии используется дезинтегратор ДЛВ-2 (Костромской вентиляторный завод, а также ОАО «Вяземский машиностроительный завод») или МДТ-1000 (Витебский МРП, Беларусь). Преимуществами этой линии является: бесциклонная разгрузка волокна, непосредственно в цехе, а не на крыше предприятия на атмосферном воздухе; достаточное качество однотипной пеньки, соответствующее ГОСТу; увеличение производительности; снижение себестоимости волокна; не привязка к паровой котельной; пониженная металло- и энергоёмкость; возможность переработки волокна с влажностью до 25 %; российский производитель оборудования.

Характеристики производимой однотипной пеньки: средняя массодлина волокна до 200 мм; массовая доля костры не более 15 %. Пенька используется для производства пряжи низких номеров (мешковины, брезента и т.д.), а также большого количества изделий технического назначения.

Производительность линии по сырью может превышать 600 кг/ч, потребляет около 40 кВт электрической мощности (без вентиляции), цена её составляет около 9 млн. руб.

Современным технологическим оборудованием для производства однотипного льнопеньковолокна является малозатратная линия, разработанная в 2020 году в Украине (производитель ТОВ «Хемптехно») в соответствии с рисунком 4.



Рисунок 4 – Линии переработки лубяных культур в волокно однотипное ЛПЛ производства ТОВ «Хемптехно» (Украина)

В эту линию входит дезинтегратор, характеристики которого малоизвестны. Однако в соответствии с рисунком 4 и таблицей 2 очевидно, что он предназначен, прежде всего, для переработки льна, а не конопли, т.к. визуально имеет размеры корпуса схожие с льняным дезинтегратором. Исходя из этого фактическая производительность линии по входному сырью может быть недостаточна для рентабельной ее работы.

Как и для льна, для конопли новые и б/у зарубежные линии в 4-5 раз дороже отечественных линий. Для переработки коноплесырья в виде спутанных ломаных стеблей в пеньку однотипную неориентированную используют зарубежные агрегаты Charle (Шарль, Франция), Demaitere (Бельгия),

LAROCHE (Лярош, Франция) и VAN DOMMELE для производства однотипного льноволокна.

Таблица 2 – Технические характеристики линии ЛПЛ (Украина)

№ п/п	Характеристика	Значение
1.	Расчетная производительность ЛПЛ (переработка входного сырья), т/ч	до 1
2.	Закостренность получаемого волокна, %	0-5
3.	Мощность электрооборудования (без системы аспирации пыли), кВт	35
4.	Число операторов, чел.	5
5.	Длина×ширина×высота, м	20×4×5
6.	Масса, кг, не менее	9000

Отечественные технологии однотипного волокна из лубяных культур построены на классических воздействиях, а также с использованием дезинтегратора, использование последнего позволяет снизить металло- и энергоемкость, и стоимость машин. Зарубежные линии комплектуются много повторяющимися процессами и механизмами, в результате они значительно дороже и металло- и энергоемкие, но не менее эффективнее отечественных.

В линиях производства однотипного льноволокна и пеньки до сих пор применяются льняные дезинтеграторы и не разработан отечественный дезинтегратор – трепальная машина, перерабатывающая и устанавливаемая в универсальной линии первичной переработки лубяных культур.

Список литературы

1. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шушков Роман Анатольевич; ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина. – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с. – Текст: непосредственный.
2. Оробинский, Д.Ф. Оптимизация транспортных средств при перевозке льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – №5 (23). – С. 136-142.
3. Шушков, Р.А. Распределительное устройство для досушивания рулонов льна. / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 5. – С. 44-46.
4. Оробинский, Д.Ф. Повышение эффективности послеуборочных операций заготовки льняного сырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Вопросы территориального развития. – 2013. – №9 (9). – С. 4.

5. Шушков, Р.А. Новое устройство для сушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2012. – С. 293-296.
6. Шушков, Р.А. Исследование распределения теплоносителя в процессе досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2013. – С. 222-225.
7. Шушков, Р.А. Предварительные испытания устройства для досушки рулонов льна с подачей теплоносителя внутрь рулона / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2013. – С. 408-412.
8. Шушков, Р.А. Проект участка по переработке льна на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА / Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2020. – С. 246-250.

УДК 631.361

**АНАЛИЗ ИМПОРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ
ПРОИЗВОДСТВА ОДНОТИПНОГО НЕОРИЕНТИРОВАННОГО
ВОЛОКНА ИЗО ЛЬНА**

*Дубов Артём Юрьевич, студент-бакалавр
Лобазов Тимофей Павлович, студент-магистрант
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье проведён анализ импортного перерабатывающего оборудования и линий производства одностипного неориентированного волокна изо льна.*

***Ключевые слова:** лён, переработка льна, оборудование для переработки льна*

Лен-долгунец – ценнейшая техническая культура, используемая в

медицине, текстильной, пищевой и оборонной промышленности, автомобилестроении, строительстве, коммунальном хозяйстве, при производстве бытовой химии [1-8].

На льнозаводах России для первичной переработки льна-долгунца, льна масличного применяют классические отечественные куделеприготовительные агрегаты как раннего производства КП-100Л, КПМЛ-1 и КПАЛ, так и более позднего производства АКЛВ-1, АКЛВ-1-01 или зарубежные агрегаты ЛКЛВ-0,75 (Беларусь), Wanhauvaert (Бельгия), Charle Co (Шарль) и Demaitere (Бельгия). Как правило, новые и б/у зарубежные линии в 4-5 раз дороже отечественных.

Схема линии Charle Co (Шарль) и Demaitere (Бельгия) очень похожие и предназначены для короткого и однотипного льнопеньковолокна (в соответствии с рисунками 1).

Имеют достаточно высокую производительность по тресте до 1500 кг/ч. Характеристики получаемого волокна: длина волокон до 250 мм; линейная плотность волокна до 8-15 текс; массовая доля костры не более 8-10 %. Установленная электрическая мощность около 50 кВт, цена – до 1 млн. дол. США.

В России также применяется линия первичной переработки LAROCHE (Франция) в соответствии с рисунком 2.

Производительность до 1000-1200 кг/ч, остальные характеристики схожи с Charle Co (Шарль) и Demaitere (Бельгия). Цена более 100 млн. руб.

Линия Vde VAN DOMMELE ENGINEERING (Бельгия) в соответствии с рисунком 3.

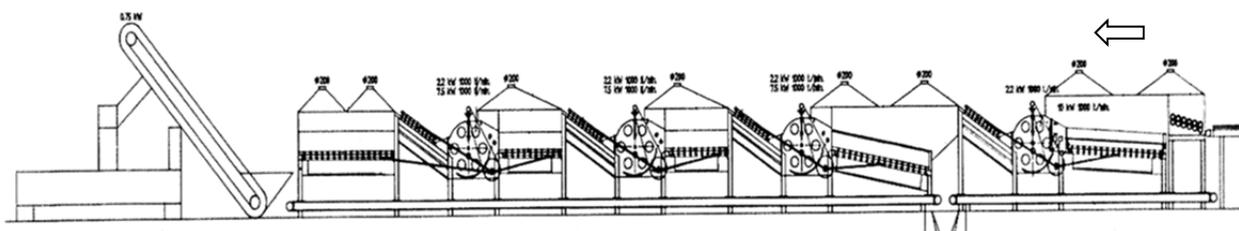


Рисунок 1 – Основная часть линии Шарль длиной от 20 до 28 м

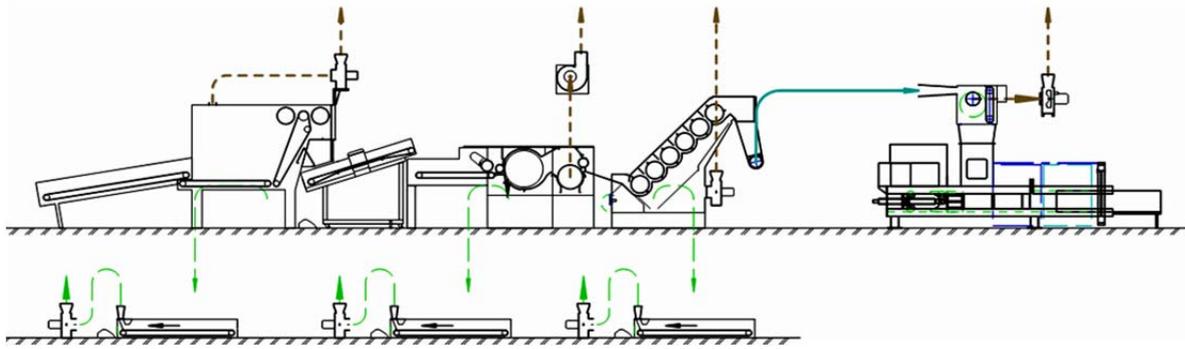


Рисунок 2 – Технологическая схема линия LAROCHE для переработки кип
льна в льноволокно



Рисунок 3 – Линия VAN DOMMELE ENGINEERING (Бельгия)
для переработки льна и конопли в одностипное волокно

Длина тресты в начале линии не более 600 мм, влажность от 12 до 18 %, производительность до 1000 кг/ч. Остальные характеристики и цена схожи с агрегатами Charle (Шарль), Demaitere (Бельгия) и VAN DOMMELE ENGINEERING (Бельгия).

Линия VANHAUWAERT (Бельгия) в соответствии с рисунком 4.



Рисунок 4 – Линия VANHAUWAERT (Бельгия):
а) для переработки отходов трепания льна в волокно короткое;
б) для переработки льнотресты в одностипный лён

Характеристики аналогичны агрегатам Charle (Шарль), Demaitere (Бельгия) и VAN DOMMELE (Бельгия).

Отечественные технологии однотипного волокна изо льна построены на классических воздействиях, реализованных в КПАЛ, АКЛВ-1 и АКЛВ-1-01, а также с использованием дезинтегратора, использование последнего позволяет снизить металло- и энергоемкость, и стоимость машин. Зарубежные линии комплектуются много повторяющимися процессами и механизмами, в результате они значительно дороже и металло- и энергоемкие, но не менее эффективнее отечественных.

Список литературы

1. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шушков Роман Анатольевич; ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина. – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с. – Текст: непосредственный.
2. Оробинский, Д.Ф. Оптимизация транспортных средств при перевозке льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – №5 (23). – С. 136-142.
3. Шушков, Р.А. Распределительное устройство для досушивания рулонов льна. / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 5. – С. 44-46.
4. Оробинский, Д.Ф. Повышение эффективности послеуборочных операций заготовки льняного сырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Вопросы территориального развития. – 2013. – №9 (9). – С. 4.
5. Шушков, Р.А. Новое устройство для сушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2012. – С. 293-296.
6. Шушков, Р.А. Исследование распределения теплоносителя в процессе досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2013. – С. 222-225.
7. Шушков, Р.А. Предварительные испытания устройства для досушки рулонов льна с подачей теплоносителя внутрь рулона / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обес-

печение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2013. – С. 408-412.

8. Шушков, Р.А. Проект участка по переработке льна на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА / Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2020. – С. 246-250.

УДК 631.362

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОРОХООЧИСТИТЕЛЯ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

*Жарков Сергей Николаевич, студент-магистрант
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье предложен вариант использования пружинных роторов для очистки картофельного вороха от примесей и определены расстояние между соседними пружинными роторами и частота вращения пружинных роторов ворохоочистителя.*

***Ключевые слова:** картофель, сортирование картофеля, клубни картофеля, ворохоочиститель, частота вращения роторов*

Основная задача пружинного ворохоочистителя – отделение почвы (примесей) от клубней и их транспортирование. Почва с растительными остатками должна просеиваться сквозь щели между прутками пружины и пружинными роторами.

Процесс просеивания на пружинном ворохоочистителе имеет свой специфический характер. Это обусловлено тем, что обрабатываемый ворох движется, не только перпендикулярно к оси вращения роторов, но и возвратно-поступательно вдоль них, что обеспечивает равномерное его распределение по рабочей поверхности пружинного ворохоочистителя.

Обоснование величины просвета проводится, в основном, по размерной характеристике клубней, то есть толщине или ширине клубня и зависит от признаков, по которому функционирует рабочая поверхность пружинного очистителя вороха.

На пружинных ворохоочистителях почва, камни, растительные остатки и некондиционные клубни просеиваются между роторами. При выделении некондиционных клубней могут выделяться и клубни, отвеча-

ющие требованиям сходовой фракции, поэтому размеры просветов между пружинными роторами наиболее целесообразно устанавливать на основе данных о количестве клубней, ошибочно попавших в проходную фракцию, которые будем считать потерями.

Величина этих потерь может быть определена, если известна закономерность распределения клубней в урожае, в данном случае по толщине, и закономерность распределения величины почвенных частиц. Вариационные кривые размерно-массовых характеристик различных фракций картофеля подчиняются нормальному закону распределения, плотность которого определяется выражением:

$$n(c, \bar{c}, \sigma) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(c-\bar{c})^2}{2\sigma^2}}, \quad (1)$$

где \bar{c} - математическое ожидание толщины клубня, мм;

c - текущее значение толщины клубня, мм;

σ - среднее квадратическое отклонение;

e - основание натуральных логарифмов.

Уравнение (1) графически выражается в виде дифференциальной кривой – 1 (рисунок 1).

Фракционный состав почвы подчиняется экспоненциальному закону распределения, графическое изображение которого представлено в виде кривой – 3 (рисунок 1).

$$Y = A \cdot \exp^{B \cdot d_{II}}, \quad (2)$$

где Y - фракционный состав почвы, %;

A, B - эмпирические коэффициенты;

d_{II} - диаметр почвенной частицы, мм.

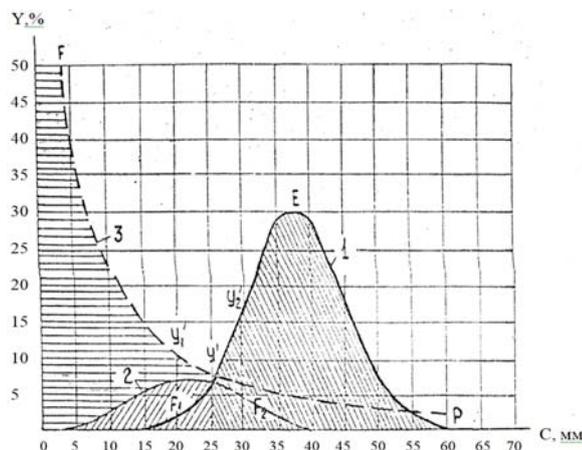


Рисунок 1 – Схема для расчета оптимальной величины расстояния между роторами:

1, 2 – вариационные кривые картофеля сорта «Невский» мелкой фракции (1) и отходов (2); 3 – вариационная кривая почвенных частиц

Из рисунка 1 можно графическим способом определить величину просветов между пружинными роторами. Прямая y' , построенная на пересечении двух функций, делит площадь, заключенную под ними на две части F_1 и F_2 . Площадь F_1 соответствует массе вороха, уходящий в проход, площадь F_2 соответствует массе вороха, уходящей в сход.

Установив величину просветов 30 мм, добьемся незначительного увеличения количества отсеянных почвенных примесей, но при этом увеличится до 25% количество клубней мелкой фракции, теряемых при обработке. И, наоборот, при уменьшении просветов до 15 мм на пружинных роторах будут отделяться только мелкие почвенные примеси в количестве 70...75%, при этом не будет практически потерь клубней.

На основе выше изложенного можно сделать следующее заключение. Величину просветов между пружинными роторами необходимо устанавливать исходя из возможных потерь клубней. Величину расстояния между пружинными роторами свыше 25 мм устанавливать нецелесообразно в связи с увеличивающимися потерями мелкой фракции клубней.

Определение частоты вращения пружинных роторов

Частота вращения пружинного ротора n_{π} может быть определена из условия движения одиночного клубня картофеля по пружинной поверхности без отрыва (рисунок 2), то есть

$$\begin{aligned} F_T &= mg \cdot \cos \beta \\ F_T &= f \cdot N, \end{aligned} \quad (3)$$

где F_T - сила трения, действующая на клубень картофеля, Н;

N - нормальная реакция опоры, Н;

f - коэффициент трения клубня картофеля от пружинного ротора;

$f = \arctg \varphi = 0,58...0,69$;

φ - угол трения клубня картофеля об материал прутка пружинного ротора.

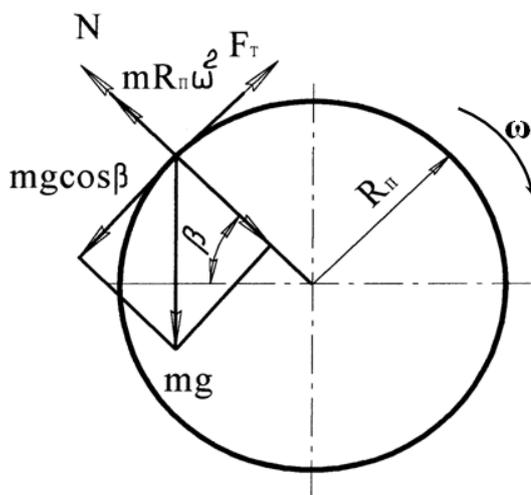


Рисунок 2 - Схема сил, действующих на клубень картофеля

Из рисунка 2 можем определить угол провисания клубня картофеля между пружинными роторами β .

Если $\varphi = 30^\circ \dots 34^\circ$, то есть $f = 0,58 \dots 0,69$, тогда $\beta = 180^\circ - 90^\circ - \varphi = 90^\circ - 30^\circ \dots 34^\circ = 60^\circ \dots 56^\circ$

$$N = -mR_{II}\omega^2 + mg \cdot \sin \beta$$

$$F_T = tg \varphi \cdot (mg \cdot \sin \beta - mR_{II}\omega^2) \quad (4)$$

Объединив выражения (3) и (4) получим выражение (5)

$$\frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} \cdot mg \cdot \sin \beta - \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} \cdot mR_{II}\omega^2 = mg \cdot \cos \beta \quad (5)$$

Полученное выражение делим на m . Отсюда следует

$$\frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} \cdot g \cdot \sin \beta - \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} \cdot R_{II}\omega^2 = g \cdot \cos \beta$$

Делим полученное равенство на $\sin \varphi$

$$g \cdot (\sin \beta \cdot \cos \varphi - \cos \beta \cdot \sin \varphi) = R_{II}\omega^2 \cdot \sin^2 \varphi$$

Отсюда далее

$$g \cdot \sin(\beta - \varphi) = R_{II}\omega^2 \cdot \sin^2 \varphi \quad (6)$$

Из выражения (6) находим угловую скорость пружинных роторов ω

$$\omega = \sqrt{\frac{g \cdot \sin(\beta - \varphi)}{R_{II} \cdot \sin^2 \varphi}}, \quad (7)$$

где R_{II} - радиус пружинных роторов, м.

Для определения угловой скорости пружинных роторов ω радиус пружинного ротора - R_{II} берем равным 0,05 м, $\varphi = 30^\circ \dots 34^\circ$ и $\beta = 60^\circ \dots 54^\circ$.

В выражение (7) подставляем числовые величины:

при $\varphi = 30^\circ$ и $\beta = 60^\circ$

$$\omega_1 = \sqrt{\frac{9,81 \cdot \sin(60 - 30)}{0,05 \cdot \sin^2 30}} = 19,8 \text{ с}^{-1},$$

при $\varphi = 34^\circ$ и $\beta = 54^\circ$

$$\omega_2 = \sqrt{\frac{9,81 \cdot \sin(56 - 34)}{0,05 \cdot \sin^2 34}} = 15,33 \text{ с}^{-1}.$$

Зная, что

$$n_{II} = \frac{30\omega_i}{\pi} \quad (8)$$

из выражения (8) получаем, если $\omega_1 = 19,8 \text{ с}^{-1}$

$$n_{II} = \frac{30 \cdot 19,8}{3,14} = 189 \text{ мин}^{-1}$$

если $\omega_2 = 15,33 \text{ с}^{-1}$

$$n_{II} = \frac{30 \cdot 15,33}{3,14} = 146,5 \text{ мин}^{-1}$$

По расчетам рабочая частота вращения пружинных роторов составила 146,5...189 мин⁻¹.

Список литературы

1. Захаров, А.М. Установка для мойки клубней картофеля / А.М. Захаров, А.В. Зыков. – Текст: непосредственный // Journal of Advanced Research in Technical Science. 2020. – № 21. – С. 95-97.
2. Ивановская, В.Ю. Сельское хозяйство Вологодской области: состояние и меры господдержки // В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. – 2021. – №4. – С.17-21.
3. Суслов, А.А. Обоснование совершенствования питающего устройства плющилки зерна / А.А. Суслов, В.Н. Вершинин. – Текст: непосредственный // В сборнике: Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий. материалы международной научно-практической конференции. Великие Луки, 2022. – С. 136-139.
4. Вершинин, В.Н. Обоснование типа и параметров плоскорезно – ротационного рабочего органа для обработки задернелых почв / В.Н. Вершинин. – Текст: непосредственный // Научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства. 1988. – № 71. – С. 3-5.
5. Ивановская, В.Ю. Экономическая оценка сельскохозяйственных предприятий вологодской области / В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская. – Текст: непосредственный // В сборнике: Передовые достижения науки в молочной отрасли. Сборник научных трудов по результатам работы IV Международной научно-практической конференции, посвящённой дню рождения Николая Васильевича Верещагина. 2022. – С. 133-135.
6. Михайлов, А.С. Основные факторы, влияющие на эффективность применения восстановленного заменителя цельного молока / А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Наука – агропромышленному комплексу. Сборник трудов ВГМХА по результатам работы научно-методической конференции посвященной 98-летию академии. 2009. – С. – 193-196.

АНАЛИЗ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОДНОТИПНОГО НЕОРИЕНТИРОВАННОГО ВОЛОКНА ИЗО ЛЬНА

Карнышев Александр Геннадьевич, студент-магистрант
Крюков Иван Анатольевич, студент-магистрант
Шушков Роман Анатольевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия

Аннотация: в статье проведён анализ отечественного перерабатывающего оборудования и линий производства однотипного неориентированного волокна из льна.

Ключевые слова: лён, переработка льна, оборудование для переработки льна

Значение льна-долгунца для народного хозяйства страны трудно переоценить [1-6]. На льнозаводах России для первичной переработки льна-долгунца, льна масличного применяют классические отечественные куделеприготовительные агрегаты как раннего производства КП-100-Л, КПМЛ-1 и КПАЛ (рис. 1 и 2), так и более позднего производства АКЛВ-1, АКЛВ-1-01 (рис. 3 и 4) или зарубежные агрегаты ЛКЛВ-0,75 (Беларусь), Wanhauvaert (Бельгия), которые малоэффективны для переработки всех лубяных культур в виде спутанной массы ломаных стеблей, т.к. изначально предназначены для переработки стеблей и отходов трепания только льна-долгунца.

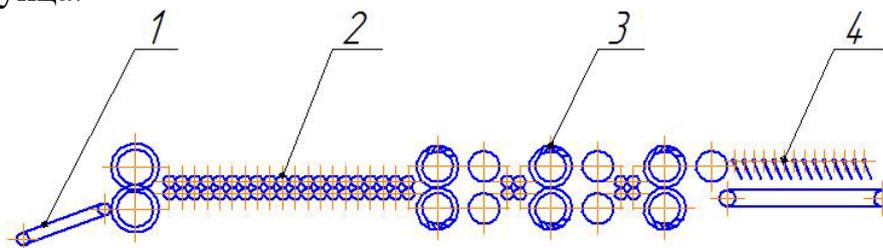


Рисунок 1 – Технологическая схема КП-100-Л и КПМЛ-1:
1) подающий конвейер; 2) мяльная машина; 3) трепальная машина;
4) трясильная машина

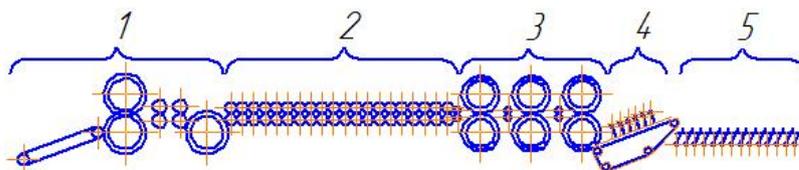


Рисунок 2 – Технологическая схема агрегата КПАЛ:
1) колковый питатель; 2) мяльная часть; 3) трепальная часть;
4) трясильная часть первая; 5) трясильная часть вторая

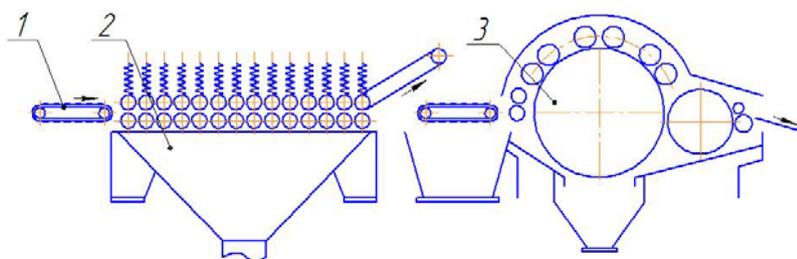


Рисунок 3 – Технологическая схема агрегата АКЛВ-1:
1) транспортер; 2) мьяльная машина М-110Л; 3) ТОМ-Л2

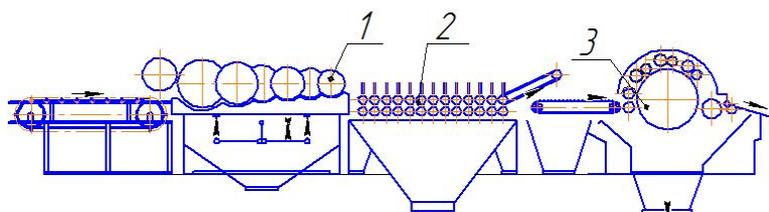


Рисунок 4 – Технологическая схема агрегата АКЛВ-1-01:
1) слоеформирующий механизм; 2) мьяльная машина М-110Л; 3) ТОМ-Л2

Агрегаты КП-100-Л, КПМЛ-1 и КПАЛ (рис. 1 и 2) имеют схожую схему и хорошо зарекомендовали себя при переработке отходов трепания льна-долгунца при технологической влажности. Однако при повышении влажности отходов трепания выше 14 % в них резко снижается производительность из-за частых намотов волокна на рабочие органы, на снятие которых затрачивается производственное время. Основные намоты образуются в трепальной части, в результате часто ломаются шейки барабанов. Кроме того, эти агрегаты металлоэнергоёмкие и в настоящее время не выпускаются.

Другая технология реализуется в агрегатах АКЛВ-1 и АКЛВ-1-01 (рис. 3 и 4). Она во многом повторяет процесс переработки короткого волокна традиционной технологии, но исключает процесс сушки отходов трепания перед обработкой на куделеприготовительном агрегате. Достоинство этой технологии в том, что энергоёмкий и дорогостоящий процесс сушки исключен. Недостаток в том, что при повышении влажности более 16 % в трепальной части агрегатов также образуются намоты, как и первые агрегаты они являются металло- и энергоёмкими, дорогостоящими (более 19 млн. руб. с трясильными машинами и вентиляцией), а значит, недоступными для приобретения российскими переработчиками льна.

Перспективными и распространенными технологическими линиями для переработки льна являются линии на базе дезинтегратора.

Для получения однотипного волокна используются мьяльные машины М-110Л2 (М-100Л и М-110Л) с одним и двумя мьяльными модулями соответственно.

В первую очередь треста из рулона обрабатывается на мяльной машине М-110-Л2 в соответствии с рисунками 5 и 6. Полученный сырец далее попадает в дезинтегратор, в котором путем многочисленных воздействий большая часть костры отделяется от волокна.

Затем волокно очищается от несвязанной костры в трясильной машине ТГ-135Л с нижним гребенным полем. После чего получается очищенное однотипное волокно.

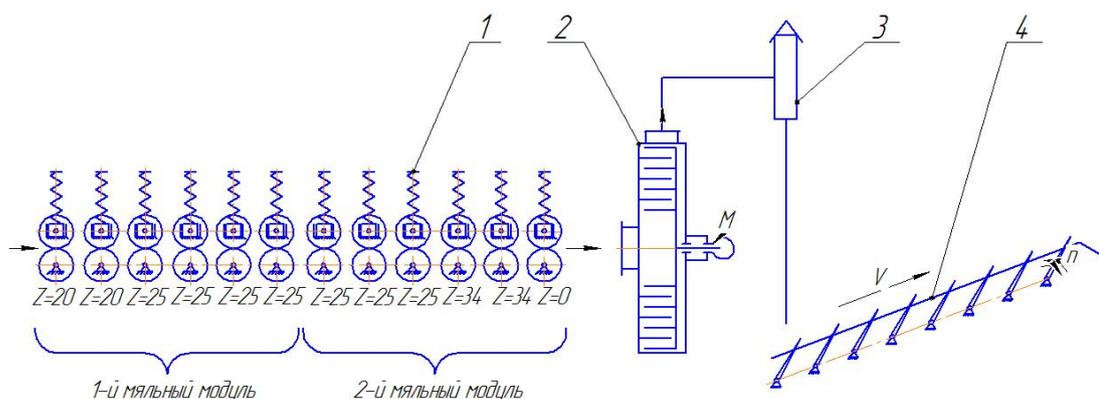


Рисунок 5 – Схема технологии №1 и оборудование для ее осуществления:

- 1) мяльная машина М-110Л2; 2) дезинтегратор; 3) циклон-разгрузитель;
- 4) трясильная машина ТГ-135Л

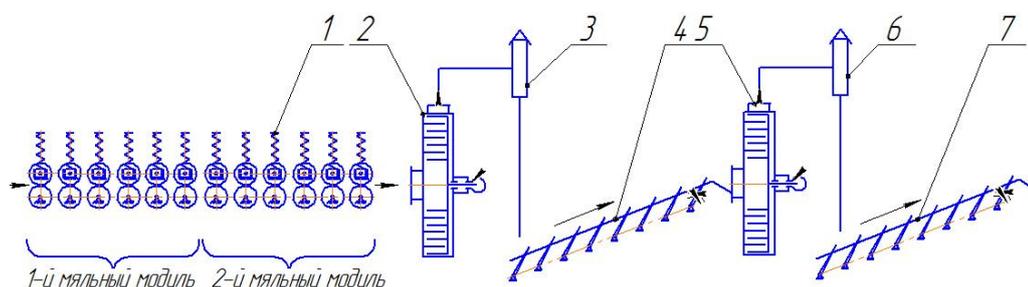


Рисунок 6 – Схема технологии №2 и оборудование для ее осуществления:

- 1) мяльная машина М-110-Л2; 2), 5) дезинтегратор; 3), 6) циклон-разгрузитель;
- 4), 7) трясильная машина ТГ-135Л

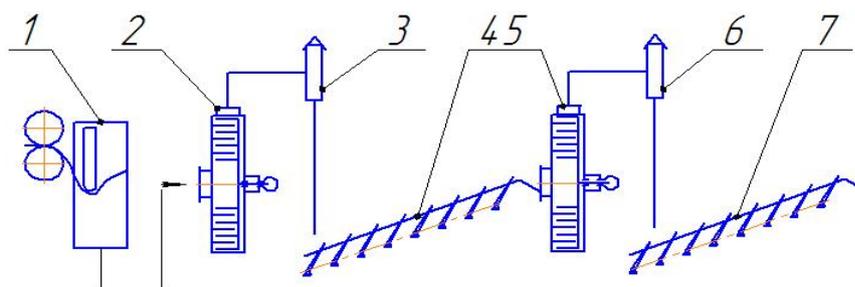


Рисунок 7 – Схема технологии №3 и оборудование для ее осуществления:

- 1) МПЛ – машина переработки льна; 2), 5) дезинтегратор;
- 3), 6) циклон-разгрузитель; 4), 7) трясильная машина ТГ-135-Л

Существенным отличием данной технологии от существующих является подача льнотресты в мяльную машину М-110-Л2 параллельно осям валцов.

Отличием второй технологии от первой является повторная обработка сырья в дезинтеграторе и мяльной машине. Треста подается так же параллельно оси мяльных валцов.

Принципиальным отличием третьей технологии, от предыдущих, заключается в использовании агрегата МПЛ, вместо мяльной машины (в соответствии с рисунком 7).

Каждая из схем переработки по-своему эффективна.

К наиболее известной и эффективной технологии получения однотипного льноволокна относится усовершенствованная технология, основанная на дезинтеграторе, который эффективно заменяет куделеприготовительный агрегат в составе линии получения короткого волокна (в соответствии с рисунком 8), на основе ее предложена универсальная установка для переработки разных видов льняного сырья, компоновка которой представлена в соответствии с рисунком 9.

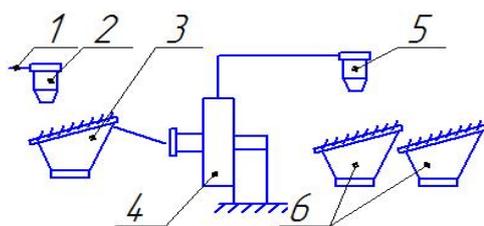


Рисунок 8 – Технологическая схема линии переработки отходов трепания на льнозаводе с использованием дезинтегратора:

1) линия пневмотранспорта от мяльно-трепального агрегата; 2) циклон ЦБ; 3) трясильная машина ТГ-135Л; 4) дезинтегратор; 5) циклон ЦБ; 6) трясильные машины ТГ-135Л

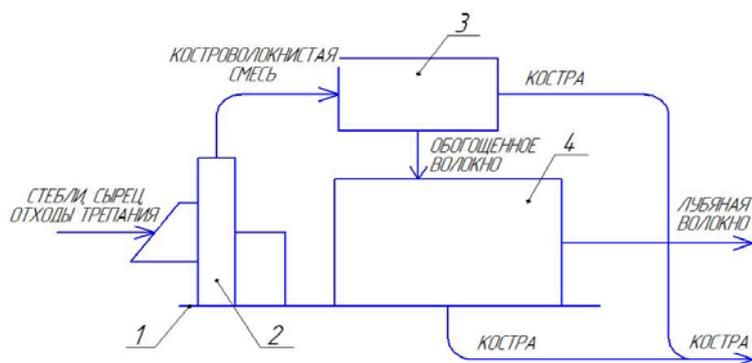


Рисунок 9 – Универсальная установка для переработки разных видов сырья:

1)основание; 2) дезинтегратор; 3) первый узел очистки; 4) второй узел очистки

Отходы трепания от трясильной машины поступают в дезинтегратор

по наклонному лотку длиной 1,5 м.

Простота и надежность конструкции, высокая степень разделения волокна и костры в процессе обработки волокнистого полуфабриката делают возможным использование его при переработке низкосортной тресты льна-долгунца, а также стеблевой массы масличного льна. Последний становится все более популярной сельскохозяйственной культурой, обеспечивающий высокую рентабельность производства.

Однотипный волокнистый материал, полученный в результате переработки стланцевой льняной тресты льна долгунца и промятых стеблей масличного льна в дезинтеграторе ДЛ-2, отличается равномерным штапелем. Средняя массодлина волокон в массе изменяется в пределах 200-350 мм в зависимости от вида сырья (треста или солома, целые стебли или сырец) и скоростных режимов. Что касается степени чистоты получаемого волокнистого продукта, то примерно половина всей костры, содержащейся в нем, находится в свободном (несвязанном) состоянии. Для её удаления необходима очистка материала в дополнительно установленных после дезинтегратора устройствах.

Конструктивные особенности дезинтегратора обеспечивают возможность его одновременного использования как в качестве устройства для разделения волокна и костры, так и в качестве вентилятора, обеспечивающего перемещение образовавшейся в нем костроволокнистой массы на следующий этап технологического процесса. Основным отличительным технологическим признаком дезинтегратора – способность работать при высокой влажности отходов трепания или промятой в мяльной машине тресты, что исключает необходимость применения сушильной машины.

Большого экономического эффекта можно достичь при переработке низкосортной тресты на короткое волокно и паклю непосредственно в хозяйствах, минуя льнозаводы. Короткое волокно номеров 3 и 4 может быть получено с использованием дезинтегратора при переработке льнотресты по схеме, представленной в соответствии с рисунком 10.

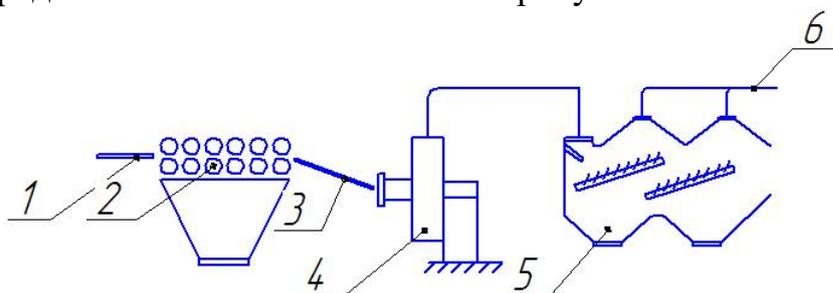


Рисунок 10 – Технологическая схема линии переработки льнотресты с использованием дезинтегратора:

- 1) транспортер; 2) мяльная машина; 3) транспортер; 4) дезинтегратор;
- 5) трясильные машины; 6) линия пневмотранспорта

Все отечественные технологии однотипного волокна изо льна построены на классических воздействиях, реализованных в КПАЛ, АКЛВ-1 и

АКЛВ-1-01, а также с использованием дезинтегратора, использование последнего позволяет снизить металло- и энергоемкость, и стоимость машин.

Технологии получения однотипного и короткого волокна из льна малозатратные, но достаточно производительные, обеспечивающие снижение себестоимости волокна, к которым относятся технологии с использованием дезинтегратора для льна, на сегодня эти технологии являются конкурентоспособными и поэтому требуют более тщательного изучения.

Список литературы

1. Оробинский, Д.Ф. Оптимизация транспортных средств при перевозке льносырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – №5 (23). – С. 136-142.
2. Шушков, Р.А. Распределительное устройство для досушивания рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 5. – С. 44-46.
3. Оробинский, Д.Ф. Повышение эффективности послеуборочных операций заготовки льняного сырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Вопросы территориального развития. – 2013. – №9 (9). – С. 4.
4. Шушков, Р.А. Новое устройство для сушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. – Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2012. – С. 293-296.
5. Шушков, Р.А. Исследование распределения теплоносителя в процессе досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2013. – С. 222-225.
6. Шушков, Р.А. Предварительные испытания устройства для досушки рулонов льна с подачей теплоносителя внутрь рулона / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2013. – С. 408-412.

ОБОСНОВАНИЕ РЕЖИМА МОЙКИ С ОБОРОТНЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ

Каюков Роман Сергеевич, студент-бакалавр
Дубов Артём Юрьевич, студент-бакалавр
Скаличев Юрий Иванович, студент-бакалавр
Попов Никита Евгеньевич, студент-бакалавр
Летовальцев Сергей Александрович, студент-бакалавр
Шушков Иван Андреевич, студент-бакалавр
Богомолов Иван Александрович, студент-бакалавр
Фирсов Илья Иванович, студент-бакалавр
Михайлов Андрей Сергеевич, науч.рук., к.т.н.
 ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия

Аннотация: данная статья рассматривает мойку с обратным водоснабжением, сравнивая ее с другими способами, и на основе их показывает преимущества, а также приведен примерный расчет фильтрующих элементов.

Ключевые слова: грубая очистка, тонкая очистка, фильтр, мойка с обратным водоснабжением

Мойка – технологический процесс, который выполняется для того, чтобы удалить загрязнения с поверхности машины. Загрязнения – это твердые или жидкие частицы, которые образуются вследствие эксплуатации техники в сложных условиях. Они могут иметь разную адгезию, то есть способность сцепляться с поверхностями. Причинами возникновения загрязнения могут быть взаимодействие с дорожным покрытием, почвой, удобрениями, пестицидами и многое другое. Загрязнения негативно сказываются на применении техники. Например, вызывает коррозию, при разборке узла может попасть во внутрь и нарушить функционирование техники. На рис. 1 предложена следующая их классификация [1].



Рисунок 1 – Классификация загрязнений

Существует большое количество способов мойки. Например, мойка может быть механической или химической, дробеструйной, соскабливанием, полным погружением деталей, за счет воздействия вибрацией или подачей струи воды под давлением. Для мытья техники чаще всего используется последний из предложенных видов.

Мойка с оборотным водоснабжением является подвидом данной технологии. Особенность этого способа заключается в том, что вода, которая была затрачена при отделении техники от загрязнений, очищается, скапливается в специальные емкости, из которых она забирается и может использоваться для повторной операции. Данный метод имеет положительные стороны. Например, повышает экологичность мойки, так как все те частицы, которые были смыты с поверхности, остаются в специальных резервуарах, не загрязняя тем самым ближайшие стоки. Также стоит отметить, что он увеличивает экономность процесса, потому что требуется меньше забора воды (около 10% составляют потери при мойке), то есть меньше плата за водопользование. Но, учитывая плюсы, есть и минус: требуется усложнения конструкции, так как загрязненная вода может сама увеличить слой или при использовании быстро выйдут из строя насосы, моющие устройства. Решать задачу фильтрации можно разными способами. Например. Применение флотации [2].

Флотация – это процесс прилипания воздуха к поверхности раздела 2 фаз. Данный процесс заключается в соединении загрязняющих частиц с воздухом, всплыванием(на поверхности образуется пена) и его удалением. Также возможно применение электрофлотации (вместо воздуха используется кислород, который образуется за счет электролиза воды на аноде) [3].

Может быть применен метод электрокоагуляции, заключающийся в электролизе загрязняющих веществ и последующей флотацией. Данный метод не выгоден, так как требует употребления большого количества электроэнергии, образуются осадки на катодах и анодах [4]. Есть еще метод постепенной очистки с помощью фильтров (рисунок 2).

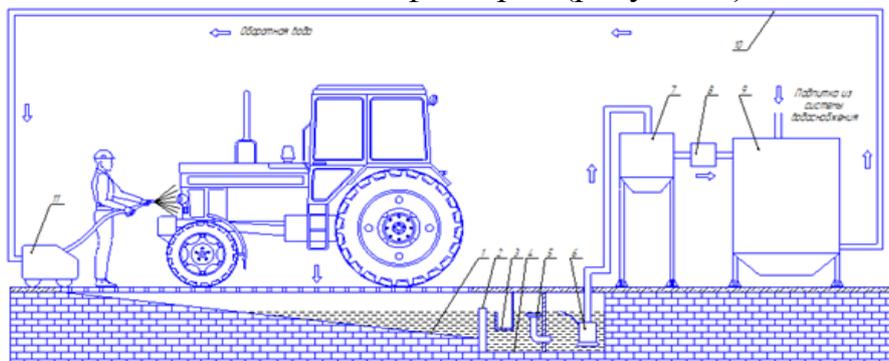


Рисунок 2 – Схема мойки с оборотным водоснабжением

- 1 – наклонный потолок; 2 – бордюр; 3 – ловушка; 4 – отстойник; 5 – приемная воронка;
 6 – погружной насос с поплавковым выключателем; 7 – фильтр грубой очистки; 8
 фильтр тонкой очистки; 9 – накопитель-нагреватель воды; 10 – трубопровод; 11 – моеч-
 ный аппарат

Бордюр 2 и наклонный потолок 1 препятствуют поступлению крупных частиц. За счет силы притяжения на дно отстойника оседают тяжелые частицы. Так как нефтепродукты легче воды, то они скапливаются сверху, где ловушкой 3 убираются. Фильтр грубой очистки 7 пропускает частицы размером не более 10 микрон, а фильтр тонкой очистки 8 – не более 5. Наклонный потолок выполняется где-то под углом 7 градусов. Площадь для фильтра грубой очистки выполняется по формуле:

$$F=Q*\alpha/\omega_H \quad (1)$$

где Q- производительность фильтра по осветленной воде, (равен подаче насоса, берем, например, 6,6), α -коэффициент расхода воды(1,03). ω_H - нормальная скорость(10 м/ч)

$F=0,618 \text{ м}^2$, объем примем 40 литров. Фильтрующим элементом является сетка из нержавеющей стали.

Наполнителем фильтра тонкой очистки может быть полистирол, кварцевый песок, гравий керамзит. Площадь фильтрующей поверхности:

$$S=Q*\mu/(10*k*\Delta p) \quad (2)$$

μ – коэф-т динамической вязкости жидкости, кг/м*ч(3,6)

k – коэф-т, учитывающий пропускную способность единицы площади фильтрованного материала, для полистирол – 0,038; АФБ-1 – 0,03; капрон фильтрующий – 0,012)

s для полистирола – 0,0623 м³(АФБ-1-0,0792; капрон – 0,0002

Толщина фильтрованного материала примем за половину диаметра:

$$L=(4S/\pi)^{0,5}/2 \quad (3)$$

Для полистирола – 0,141м, АФБ-1 – 0,159, капрон- 0,01

Объем фильтрующего элемента:

$$V=S*L \quad (4)$$

Для полистирола- 0,0088м³, АФБ-1-0,013, капрон-0.0003.

Таким образом, можно сделать следующие выводы: мойка с обратным водоснабжением является на сегодняшний день одной из самых эффективных, экологически и экономически выгодных видов моек, наиболее простым является способ, при котором фильтрация воды осуществляется за счет применения ловушки, отстойника и фильтров. В данной работе также был предложен предварительный расчет фильтров.

Список литературы

1. К вопросу хранения сельскохозяйственной техники. – Текст: электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-voprosu-hraneniya-selskohozyaystvennoy-tehniki/viewer>
2. Устройство мойки с обратным водоснабжением для сельскохозяйственной техники. – Текст: электронный. – URL: <https://poleznayamodel.ru/model/8/84368.html>
3. Флотация и ее применение для очистки сточных вод – Текст: электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/flotatsiya-i-eyo-primeneniye-dlya->

ochistki-stochnyh-vod/viewer

4. Применение электрокагуляции в очистке сточных вод нефтеперерабатывающих предприятиях. – Текст: электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-elektrokoagulyatsii-v-ochistke-stochnyh-vod-neftepererabatyvayuschih-predpriyatij/viewer>

УДК 631.363

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ РАЗДАЧИ КОРМА НА ФЕРМАХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

*Кириллов Илья Романович, студент-бакалавр
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье проанализированы и представлены технические средства для раздачи корма на фермах крупного рогатого скота. Есть разные модели технических средств для раздачи корма, которые используются для определенного содержания животных и потребности животных в кормах. Все они отличаются по способу движения, раздачи корма и способности перевозить разное количество корма.

Ключевые слова: корма, раздача, животноводческая ферма, технические средства

Животноводческая отрасль молочного направления является важной составляющей агропромышленного комплекса Вологодской области. Отрасль животноводства имеет не только большую долю в общем объеме получения сельскохозяйственной продукции, но и оказывает большое влияние на то, сколько будет обеспечено населения продуктами питания животного происхождения.

Раздача кормов на фермах крупного рогатого скота является трудоемким процессом и составляет 40 % от всех затрат труда по уходу за животными, поэтому для ее механизации на фермах и комплексах применяют разные кормораздатчики. Технические средства для раздачи корма должны равномерно и точно его раздавать, дозировать корм индивидуально каждому животному или же группе. Машины для раздачи корма должны работать с минимальным шумом и не должно при раздаче корма животным происходить его загрязнение. Обеспечение животноводческих ферм механизированными техническими средствами для приготовления и раздачи кормов является очень важным в обслуживании животных.

Есть разные модели технических средств для раздачи корма, которые используются для определенного содержания животных и потребности животных в кормах. Все они отличаются по способу движения, раздачи

корма и способности перевозить разное количество корма.

Способ движения – это один из основных признаков, по которому классифицируют кормораздатчики. В зависимости от того, можно ли перемещать механизм, выбирается оборудование для сельскохозяйственных предприятий. Они могут быть:

- Стационарными;
- Мобильными;
- Частично мобильными (раздатчики-смесители).

Стационарные кормораздатчики – это устройства, которые устанавливаются внутри помещения. Они представляют собой кормушки для животных и птиц, либо средство дозированной подачи корма. Они подразделяются на несколько типов:

- Ленточные;
- Платформенные;
- Скребковые;
- Тросо-шайбовые.

Мобильные кормораздатчики – это раздатчики, которые перемещаются внутри сельскохозяйственных угодий. Движение происходит на тракторных устройствах или на раме автомобиля, также есть полностью самостоятельные устройства, которые перемещаются за счет электроэнергии.

Раздатчики-смесители – это вид устройства, которые работают под надзором диспетчера с помощью пульта управления. Движение происходит по специальным путем проложенных на полу сельскохозяйственных предприятий, из-за этого движение раздатчика ограничено.

По типу раздачи выделяют также несколько видов. Разделяют кормораздатчики, которые могут подавать корм только с одной стороны, либо с обеих сторон.

Разница по грузоподъемности показывает, сколько корма может привезти кормораздатчик. Грузоподъемность зависит от количества осей на тракторе или раме автомобиля на которых устанавливается устройство. Данный показатель присущ мобильным кормораздатчикам. Величина грузоподъемности раздатчика:

- техническое средство с одной осью – 1,1-3,0 т.
- техническое средство с двумя осями – 3,5-4,0 т.

На сегодняшний день для приготовления и смешивания кормов используют специальные помещения, которые называются кормоцеха животноводческих ферм и комплексов.

За много лет отмечено, что на фермах крупного рогатого скота до 200 голов при транспортировке и раздаче измельченных кормов используются в основном кормораздатчики типа КТ-6 и КР-Ф-10. (рисунок 1).

Такие кормораздатчики состоят из кузова, установленного на раме с колесным ходом, продольного транспортера в кузове с ворошилками или

битерами и поперечного раздающего транспортера. Привод продольного транспортера КТ-6 является механическим, а у КР-Ф-10-2 привод гидравлическим [1]. Положительным в работе данных машин является то, что процесс транспортировки и раздачи кормов происходит непрерывно, так как кормораздатчики являются и транспортными средствами, и средствами дозированной раздачи корма в кормушки [2].



Рисунок 1 – КТ-6 и КР-Ф-10-2

Эти кормораздатчики не предусмотрены для измельчения и смешивания кормов. Для измельчения и смешивания используются мобильные смесители-кормораздатчики, их называют миксеры, которые имеют шнеки с ножами для измельчения, они так же имеют выгрузные лотки, которые регулируются по высоте. На рисунке 2 и 3 представлены раздатчики смесители кормов разных модификаций.



Рисунок 2 – Горизонтальный смеситель-кормораздатчик DeLaval MW-12

По опыту и оценкам специалистов сельскохозяйственных предприятий использование смесителей для раздачи корма позволяет снизить затраты труда на приготовление корма, уменьшить время на раздачу его животным, улучшить качество корма, а значит увеличить удой и качество молока.



Рисунок 3 – Смеситель-кормораздатчик V-Mix 10N ECO

На выбор машин для приготовления и раздачи кормов и их количества оказывает влияние тип и размер фермы, как размещены животноводческие помещения на ферме, система и способ содержания животных, а также при выборе машин необходимо учесть тип кормления, рацион и способы приготовления корма.

Правильно подобранные технические средства, способы содержания животных на ферме и специализация повышают производительность труда и снижают себестоимость продукции животноводства.

Список литературы

1. Техника и оборудование. Агровестник. – Текст: электронный. – URL: <https://agrovesti.net/lib/tech/machinery-and-equipment/mashiny-dlya-razdachi-kormov-krupnomu-rogatomu-skotu.html>
2. Патент № 186894 РФ, МПК А01К5/00, А01К5/02. Устройство для дозированной раздачи кормов / Гайдидей С.В., Зефилов И.В., Кузнецова Н.И., Шестаков М.Е. Опубликовано 07.02.2019 г. Бюл. №4. – Текст: непосредственный.

УДК 631.372

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОМБИНИРОВАННОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

*Корепин Вадим Александрович, студент-магистрант
Михайлов Андрей Сергеевич, к.т.н.
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Анотация: в статье представлены результаты экспериментальных исследований, позволяющие обосновать параметры и режимы работы почвообрабатывающего рабочего органа.

Ключевые слова: установка, эксперимент, процесс, обработка, почва, орган

Для определения оптимальных параметров работы комбинированного почвообрабатывающего рабочего органа необходимо реализовать многофакторный эксперимент, направленный на определение влияния основных факторов на процесс изменения величины тягового сопротивления рабочего органа и качество обработки почвы.

Составим информационную модель объекта исследования для установления наиболее приемлемых величин факторов влияющих на процесс изменения тягового сопротивления рабочего органа и качества обработки почвы (рисунок 1).

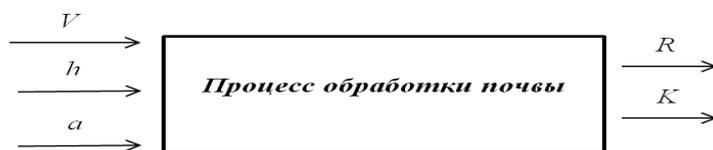


Рисунок 1 – Информационная модель объекта исследования

Входные параметры: Скорость движения рабочего органа V , м/с; глубины обработки почвы h , м; расстояние между рабочими органами a , м.

Выходной параметр: тяговое сопротивление рабочего органа R и качество обработки почвы K .

Предельные значения данных факторов установили в результате проведения анализа литературных источников (таблица 1).

Таблица 1 – Предельные значения факторов

Фактор	Значение	
	min	max
V , м/с	2,2	3,3
h , м	0,40	0,60
a , м	0,25	0,35

С целью определения влияния выбранных факторов на параметры оптимизации использовали матрицу трехуровневого плана 2-го порядка Бокса-Бенкена для трех факторов.

Факторы и уровни их варьирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Факторы и уровни их варьирования

Факторы	Кодовое обозначение	Натуральное обозначение	Интервал варьирования	Уровни варьирования		
				-1	0	+1
Скорость движения	X_1	V	0,5	2,2	2,7	3,2
Глубина обработки	X_2	h	0,10	0,40	0,50	0,60
Расстояние между рабочими органами	X_3	a	0,05	0,25	0,30	0,35

Для понятия сути исследуемого процесса нами в лабораторных условиях была создана экспериментальная установка для изучения процесса энергосберегающей обработки почвы. Она позволит провести эксперимент в лабораторных условиях и поможет определить оптимальные показатели настройки комбинированного рабочего органа для обеспечения наименьшего тягового сопротивления и повышенного качества обработки почвы. Основные элементы конструкции экспериментальной установки представлены на рисунке 2 [1].

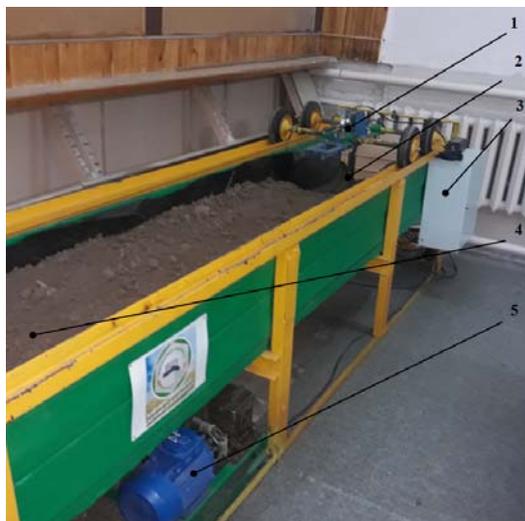


Рисунок 2 – Экспериментальная установка для исследования процесса энергосберегающей обработки почвы:

- 1- тележка, 2- рабочий орган, 3-шкаф управления приводом, 4- почвенный канал, 5- привод передвижения тележки

Тележка предусмотрена под установку рабочих органов, приводится в движение редуктором посредством электродвигателя. При помощи ча-

стотного преобразователя (установленного в шкафу управления) и редуктора, установка позволяет нам выбрать необходимую скорость движения рабочего органа. Узел крепления рабочих органов позволяет регулировать глубину обработки почвы, а расстояние между рабочими органами регулируется при помощи перестановки отвала. Измерение показателей тягового сопротивления рабочего органа производится при помощи тензометрического датчика и электронного динамографа рисунок 3, 4 .



Рисунок 3 – Тележка:
1-тензометрический датчик, 2- узел крепления рабочего органа



Рисунок 4 – Рабочий орган

Приборы применяемые при экспериментальных исследованиях, представлены на рисунке 5.



Рисунок 5 – Приборы, применяемые

при экспериментальных исследованиях:

- 1- АЦД/ЗУ цифровой динамометр, 2- тензометрический датчик,
3- секундомер механический, 4- линейка измерительная складная

Оценка точности измерений проводилась в результате математической обработки результатов эксперимента, методика которого состоит из следующих этапов. Опыт воспроизводился несколько раз, и затем рассчитывалось среднее арифметическое значение по формуле 1:

$$x_{\text{cp}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad (1)$$

где x_i - результат отдельного измерения;

i - номер измерения;

n - число измерений.

Отклонение результата любого опыта от среднего арифметического можно представить как разность $(x_i - x_{\text{cp}})$. Для измерения этой изменчивости используется дисперсия 2:

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{cp}})^2, \quad (2)$$

Среднее квадратическое отклонение определяется выражением 3:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_{\text{cp}})^2}, \quad (3)$$

Степень приближения истинных величин определяется половиной ширины построенного для нее доверительного интервала. Доверительным интервалом параметра x называется интервал вида, представленный выражением 4,5:

$$\left[x_{\text{cp}} - t_{\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}; x_{\text{cp}} + t_{\beta} \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right], \quad (4)$$

при этом

$$t_{\beta} \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} = \varepsilon_{\beta}, \quad (5)$$

где t_{β} – коэффициент, определяемый из таблиц распределения Стьюдента;

β – доверительная вероятность;

ε_{β} – доверительная граница.

Проверка однородности дисперсии (критерий Кохрена) выражение 6:

$$G = \frac{\sigma_{max}^2}{\sum_{i=1}^n \sigma_i^2}, \quad (6)$$

где σ_{max}^2 – максимальная выборочная дисперсия;

σ_i^2 – выборочная дисперсия каждой выборки;

n – количество суммируемых дисперсий.

Если $G < G_{таб}$, то дисперсии однородны.

Проверка адекватности математического описания проводится критерием Фишера выражение 7:

$$F = \frac{\sigma_{факт}^2}{\sigma_{ост}^2}, \quad (7)$$

где $\sigma_{факт}^2$ – факторная дисперсия;

$\sigma_{ост}^2$ – остаточная дисперсия.

Если $F > F_{таб}$, то уравнение статистически значимо, то есть адекватно описывает экспериментальные данные.

Результаты эксперимента и матрица плана представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Матрица и результаты эксперимента

Номер опыта	Кодовое обозначение факторов			Натуральное обозначение факторов			Критерий оптимизации	
	X ₁	X ₂	X ₃	V, м/с	h, м	a, м	R, Н	K
1	-1	0	1	2,2	0,50	0,35	550	95
2	-1	1	0	2,2	0,60	0,30	660	97
3	1	0	-1	3,2	0,50	0,25	530	95
4	1	0	1	3,2	0,50	0,35	580	95
5	-1	-1	0	2,2	0,40	0,35	520	95
6	-1	0	-1	2,2	0,50	0,25	630	96
7	1	1	0	3,2	0,60	0,30	870	99
8	1	-1	0	3,2	0,40	0,35	620	96
9	0	1	-1	2,7	0,60	0,30	820	97
10	0	0	0	2,7	0,50	0,30	650	97
11	0	-1	-1	2,7	0,40	0,25	520	95
12	0	1	1	2,7	0,60	0,35	830	98
13	0	-1	1	2,7	0,40	0,35	300	95
14	0	0	0	2,7	0,50	0,30	650	96
15	0	0	0	2,7	0,50	0,30	650	97

Статистическую обработку данных проводим при помощи программы Statgraphics Centurion XV.

Для получения математической зависимости влияния выбранных факторов на изменение тягового усилия рабочего органа в результате множественного регрессионного анализа после удаления незначимых коэффициентов было получено уравнение регрессии в натуральных значениях переменных факторов:

$$\begin{aligned}
 R = & 2504,2 - 148,667 \times V - 8780,95 * h - 466,667 \\
 & \times a - 70,0 \times V^2 + 571,429 \times V \times h \\
 & + 1083,33 \times V \times a + 5612,24 \times h^2 \\
 & + 13690,5 \times h \times a - 16666,7 \times a^2
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

Графические зависимости, характеризующие изменение тягового усилия рабочего органа за счет влияния данных факторов представлены на рисунке 7.

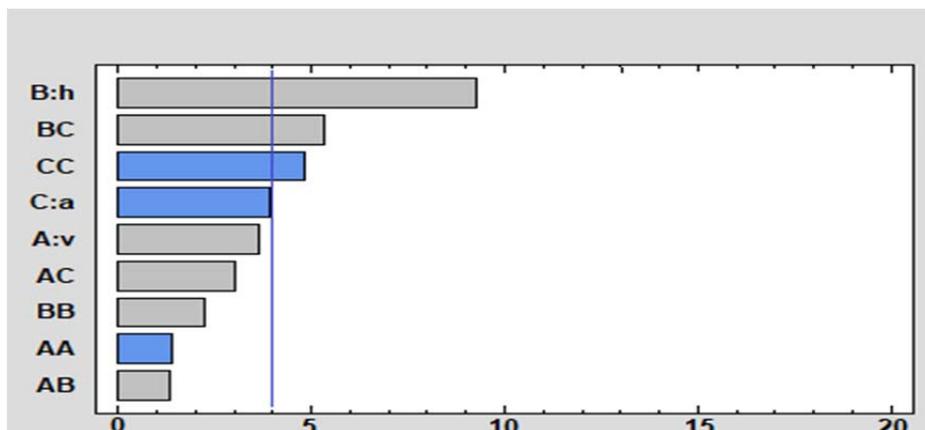


Рисунок 6 – Диаграмма Парето значимости факторов

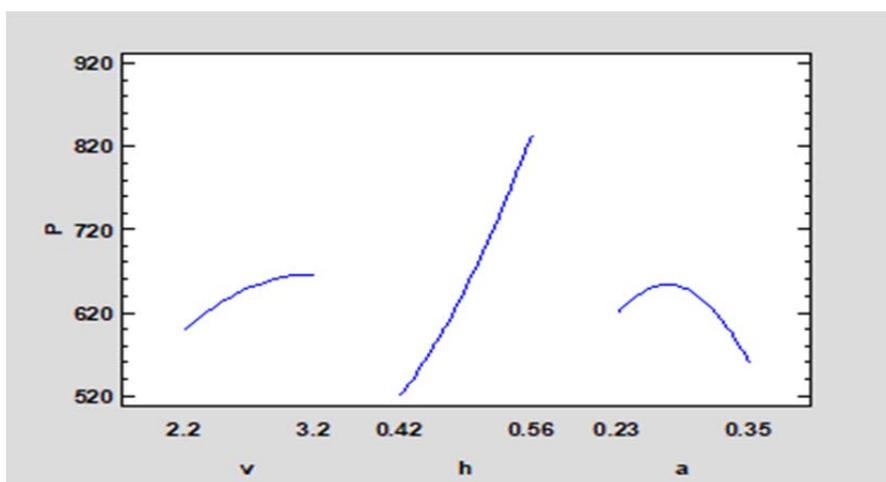


Рисунок 7 – Зависимость тягового сопротивления рабочего органа от основных факторов

По уравнению регрессии построены поверхности отклика в трехмерном изображении рисунок 8.

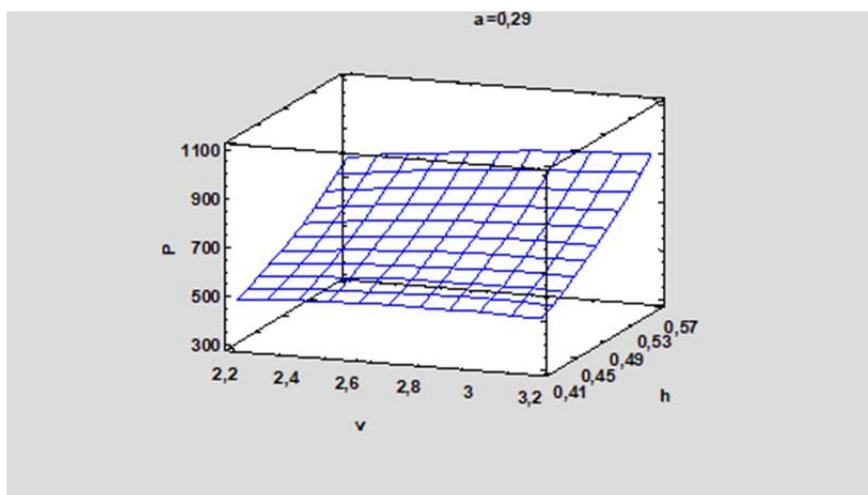


Рисунок 8 – Зависимость тягового сопротивления P от скорости (V) и глубины обработки (h)

В результате множественного регрессионного анализа после удаления незначимых коэффициентов было получено уравнение регрессии в натуральных значениях переменных факторов:

$$\begin{aligned}
 K = & 101,789 + 4,48333 \times V - 127,024 \times h \\
 & + 102,731 \times a - 1,83333 \times V^2 + 7,14286 \\
 & \times V \times h + 8,33333 \times V \times a + 110,554 \times h^2 \\
 & + 59,5238 \times h \times a - 266,204 \times a^2
 \end{aligned} \quad (9)$$

Зависимости, отраженные в графическом виде, характеризующие изменение качества обработки почвы за счет влияния варьируемых факторов представлены на рисунках 10 и 11.

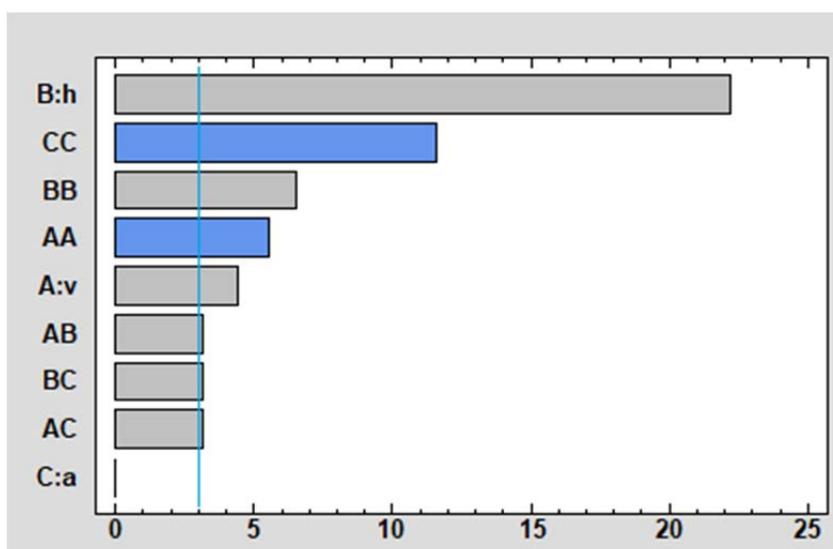


Рисунок 9 – Диаграмма Парето значимости факторов

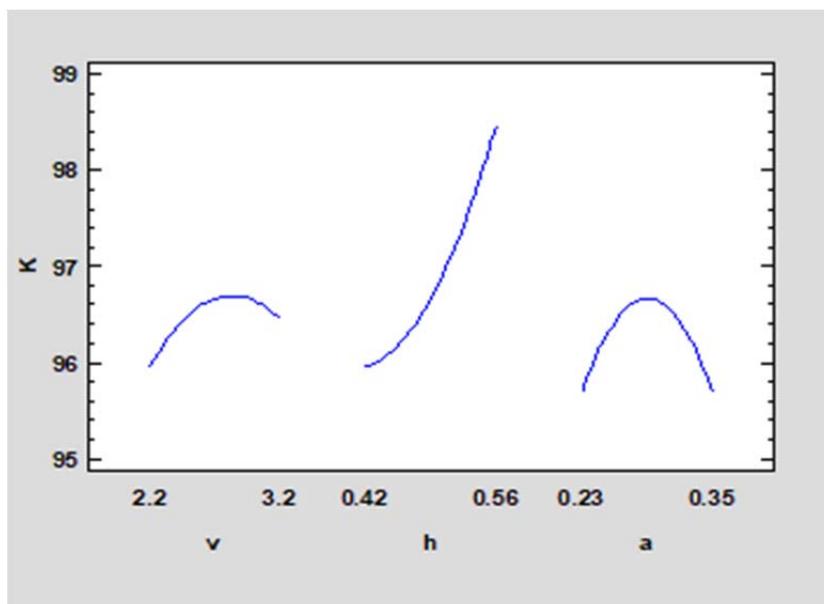


Рисунок 10 – Зависимость качества обработки почвы от основных Факторов

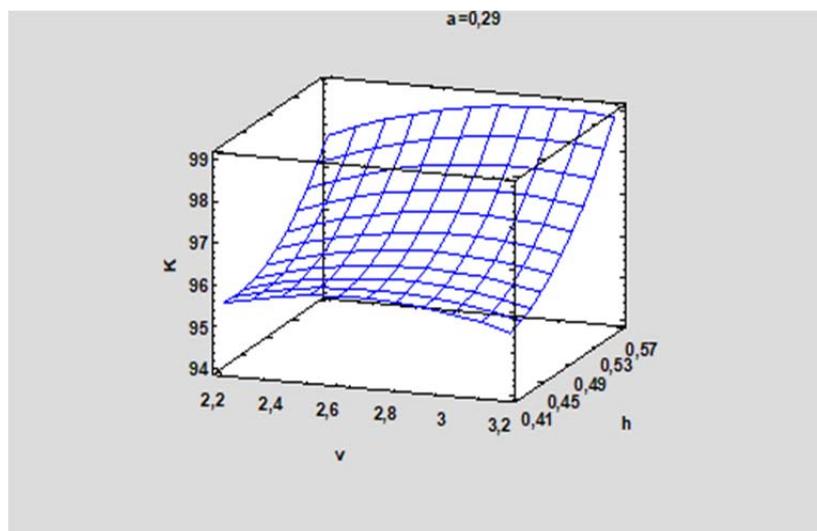


Рисунок 11 – Зависимость качества обработки почвы K от скорости (V) и глубины обработки (h)

Значимость коэффициентов уравнения регрессии проверяли с использованием критерия Стьюдента, а адекватность всего уравнения с помощью критерия Фишера.

Анализируя уравнение регрессии (9), диаграмму Парето (рисунок 9) и графики (рисунок 10), можно сказать, что основным фактором оказывающим влияние и на тяговое сопротивление и на качество обработки почвы является глубина обработки.

Качество обработки почвы показывает самый приемлемый результат при средних показателях скорости, увеличении глубины обработки и средних показателях расстояния между рабочими органами. В свою очередь тяговое сопротивление рабочего органа сильно увеличивается с увеличе-

нием глубины обработки, уменьшается при увеличении расстояния между рабочими органами и так же увеличивается с ростом скорости.

Заключение. Проведенные экспериментальные исследования позволили определить оптимальные параметры и режимы работы исследуемого почвообрабатывающего рабочего органа.

Для обеспечения хорошего качества обработки почвы и сохранения технологий энергосбережения оптимальными являются:

Скорость $V = 2,5$ м/с;

Глубина обработки $h = 0,45$ м;

Расстояние между рабочими органами $a = 0,27$ м.

Список литературы

1. Копейкин, А.Д. Современные энергоресурсосберегающие технологии обработки почвы / А.Д. Копейкин, А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Часть 1. Технические науки: Сборник научных трудов по результатам работы IV международной молодежной научно-практической конференции. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2019. – стр. 162-165.

2. Система контроля глубины обработки почвы / А.Н. Шарыпов, А.В. Карамышев, А.С. Михайлов, А.А. Крюков. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. – 2021. – С. 149-152.

УДК 633.491

УСЛОВИЯ ХРАНЕНИЯ КАРТОФЕЛЯ С МИНИМАЛЬНОЙ ПОТЕРЕЙ

*Кузнецов Михаил Сергеевич, студент-бакалавр
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье рассмотрены температурно-влажностные режимы и общая технология хранения картофеля по периодам в зависимости от его назначения, влияние обработки клубней защитно-стимулирующими средствами на результаты хранения в зависимости от особенностей хранения и технологии их послеуборочной доработки.

Ключевые слова: хранение, технология, температура, влажность, период

После сбора урожая картофеля появляется вопрос о его хранении. А именно о сохранении целостности, внешнего вида и химического состава

клубней. Результат хранения картофеля зависит от следующих факторов: сорт, способы выращивания, сборки, перевозки и погрузки в хранилище, температура и влажность в помещении, освещённости.

Существует несколько способов загрузки картофеля в хранилище: поточный, перевалочный и прямоточный. Поточный способ – это несколько операций с клубнями картофеля: уборка, сортировку и калибровку по габаритам и дальнейшую перегрузку в хранилище. Перевалочный способ тот же поточный, но к операциям добавляется выдерживание картофеля во временных бухтах. Прямоточный – включает в себя уборку и загрузку в хранилище.

При длительном хранении картофеля, его следует укладывать помощью прямоточной технологии укладки, а в экстренных ситуациях по перевалочной. При поточной технологии загрузки корнеплода велик риск механических повреждений, так же происходит потемнение мякоти и потери картофеля – в 2 раза выше чем при прямоточной технологии.

Для снижения потерь и сохранения качества картофеля, требуется подготовка корнеплодов к длительному хранению при сохранении температурно-влажностных режимов, присущих каждому сорту картофеля.

Период обсушивания – первичный этап хранения картофеля. Убранные корнеплоды “дышат”, выделяя из себя влагу. Этот период особо необходим, если картофель имеет механические повреждения, полученные при сортировке или уборке в неблагоприятных погодных условиях. температура воздуха должна быть не ниже 10°C. Продолжительность этого периода зависит от состояния картофеля. Если корнеплод влажный его обсушивают 2 – 3 суток, а если он сухой должно хватить суток.

Лечебный период требуется для того, чтобы залечить повреждения, полученные при сортировке или уборке картофеля и так же для дальнейшей его подготовки к длительному хранению. Лечебный период может длиться 13-15 дней при температуре 17-20°C и 21-24 дня при 12-16°C. При температуре 11°C залечивания не происходит, наиболее подходящая температура 18°C.

Хранилища необходимо вентилировать теплым и влажным воздухом. Вентиляция должна производиться 6 раз в сутки, длительность проветривания при этом должна быть около 30 минут. Влажность воздуха стоит поддерживать на уровне 90-95%, если влажность опустится до значений в 80%, то влага начнет испаряться из корнеплода, что недопустимо.

Период охлаждения – процесс постепенного и плавного снижения температуры в хранилище. Для здорового картофеля этот период длиться 20-30 при повседневном снижении температуры на 0.5°C и он продлится до того, как температура не достигнет температуры основного хранения. Если в партии корнеплода присутствует больные или поврежденные клубни, температуру в день понижают на 1°C.

Вентиляция производится на 6-8 часов в сутки. Наилучшие условия хранения картофеля создаются, когда внешняя температура воздуха на 3-8°C ниже температуры корнеплода, при влажности воздуха в 90-95%.

После охлаждения температура поддерживается на одном уровне, и вентиляция производится один за несколько недель, при этом длительность вентиляции не превышает 30 минут – это называется основным периодом. При малом количестве кислорода и большом углекислого газа ухудшаются продолжительность хранения и другие характеристики корнеплода.

При малом количестве кислорода картофель темнеет, а при повышенном содержании углекислого газа клубни погибают. Наилучшей пропорцией воздуха 15-20% кислорода и не более 1% углекислого газа и относительная влажность 90-95°C. При этом температуру удерживают в пределах 1-2°C и не допускают запотевания картофеля.

Заключительным периодом хранения картофеля является весенний период. Клубни картофеля способны прорасти, что приводит к снижению продовольственных и семенных качеств. Для предотвращения прорастания корнеплода температуру снижают до 0.5-2°C вентиляцией в первой четвери суток. Охлажденные клубни легко повреждаются, поэтому перед их выборкой температуру в хранилище поднимают до значений в 11-14°C при уменьшенной вентиляции и самосогревания корнеплода. Картофель, предназначенный для посадки, отогревают до 15-20°C, поднимать температуру стоит плавно для предотвращения отпотевания корнеплода.

После проделанной работы можно сделать вывод: при соблюдении технологии хранения можно свети потери картофеля к минимуму, при этом будут сохранены полезные свойства и внешний вид корнеплода для дальнейшей реализации.

Список литературы

1. Сохраняя качество и товарный вид, или какова грамотная технология хранения картофеля. – Текст: электронный. – URL: https://yorka-online.turbo-pages.org/yorka.online/s/hranenie_iuhod/ovoshhej/kartoshka/tehnologiya
2. Технологии хранения картофеля различного назначения. – Текст: электронный. – URL: <https://agroxxi-ru.turbopages.org/agroxxi.ru/s/kartofel/kartofel-hranenie/tehnologi-hranenija-kartofelja-razlichnogonaznachenija.html>
3. Хранение картофеля. – Текст: электронный. – URL: https://itexn.com.turbopages.org/itexn.com/s/12376_hranenie-kartofelja-sposoby-rezhimy-osobennosti-hranenija-kartofelja.html

СПОСОБЫ ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ МОЛОКА

*Кузнецов Михаил Сергеевич, студент-бакалавр
Кузнецова Наталья Ивановна, науч. рук., к.э.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: молоко как многим, известно, продукт скоропортящийся. Поэтому его необходимо как можно скорей перевести к месту хранения, иначе продукт, дошедший до покупателя, будет странный на вкус, а может быть и опасен для здоровья. В статье рассмотрены способы первичной обработки молока на фермах после доения, а также в момент перевозки молока и хранения его до поступления на переработку.

Ключевые слова: первичная обработка, очистка, охлаждение, перевозка

Портиться молоко из-за бактерий, после доения коровы молоко является отличной средой для их размножения. Из-за этого молоко нужно очищать и охлаждать.

На некоторых фермах в первичную обработку молока входит пастеризация и стерилизация. Этот продукт перевозится в специальных цистернах, которые необходимо содержать в чистоте. Для первичной обработки молока, зачастую, на фермах выделяют отдельные помещения и обработку проводят дорогостоящим оборудованием.

Молоко необходимо очищать, даже если при доении и транспортировке соблюдались санитарные нормы. В молоке содержатся взвеси и механические примеси. На фермах могут применять два способа очистки молока в зависимости от способа доения.

Если дойка производится ручным переносным аппаратом, молоко очищают переливанием его во фляги. На горлышко устанавливается сетчатая решетка и затем на нее укладывается марля и уже молоко заливают во флягу. Но вместо марли могут использовать и специальные заводские фильтры. При использовании автоматизированных линий дойки, молоко очищается по другому способу. В этом случае на один конец молокопровода наставляется фильтр из фильтрующей ткани.

Так же имеется и еще один способ очистки молока, он считается лучшим, так он позволяет удалить из продукта до 99% микроорганизмов и избавиться от механических примесей. Этот метод заключается в том, что молоко заливается в центробежный сепаратор, затем его включают в сеть. За счет центробежной силы бактерии и примеси прибивает к стенкам, за счет этого и производится очистка. Очистка молока должна производиться не позднее, чем 2 часа после дойки и при температуре не ниже 25°C.

Охлаждение молока требуется для предотвращения скисания молока

и сохранения его свойств. При температуре 12°C молоко не скисает около 10 часов, а при температуре 2-4°C процесс скисания прекращается. Температуры охлаждения молока летом +3-+5°C, зимой до +6°C. Этот продукт должен быть охлажден до +3..+6°C через 4 часа после дойки.

Наиболее рациональным способом охлаждения молока является двухступенчатая. Первая ступень - охлаждения до 16°C в потоке доения, вторая снижение температуры до 6-7°C на охладителе.

После охлаждения молоко требуется перевести до места переработки. Для транспортировки скоропортящегося продукта используют цистерны или же фляги. Молоко заливается в цистерны под давлением, каждая секция должна герметично закрываться. Во избежание появления пенки молоко заливают снизу. Слив молока происходит самотеком или при помощи специального насоса. При перевозке нужно соблюдать санитарные нормы. Температура молока не должна повышаться более чем на 1-2°C на 100км пути. Водитель должен иметь спецодежду, медицинскую книжку и иметь паспорт для перевозки молока. Транспортировка молока вместе с другими продуктами запрещается.

Следующим этапом считается прием молока на предприятии по переработке. Молоко доставляется в специальный цех, в котором должны находиться: счетчики, весы, насосы, резервуары, оборудование для мойки. После вскрытия тары, производится проверка температуры и запаха молока и берется проба для проверки качества молока. Молоко проверяют на наличие болезнетворных бактерий. На реализацию молоко должно поступать безопасным для потребителя.

Стерилизация – эта процедура используется для уничтожения спорных и вегетативных бактерий. Эта операция заключается в прогревании молока выше температуры кипения. Существует несколько методик: при температуре молоко прогревается до +104...+109°C на протяжении 15-19 минут, при температуре +118...+121°C в стерилизаторах по 15-20 минут, при температуре +141...+143°C и дальнейшим разливом в герметичную тару.

Стерилизация помогает молоку дольше храниться при комнатной температуре в герметичной таре, но есть и недостатки: снижение качества, снижается свертываемость и при этом процессе разрушаются до 45% витаминов С и В₁₂.

Пастеризация – операция похожая на стерилизацию, но разница между ними заключается в температурах обработки молока. При пастеризации температура нагрева продукта достигает 60-90°C, но при этой обработке так же происходит уничтожение бактерий и процент их устранения может быть до 99% [3,4]. Стерилизация является основным способом уничтожения бактерий, существует три режима обработки молока, которые производятся в трубчатых пастеризаторах. Первый режим при температуре 62-64°C в течении 30 минут, второй при нагреве в 71-77°C на протяжении

14-19 минут и третий мгновенно при температуре 85-87°C. Так как, и при пастеризации в продукте разрушаются некоторые группы витаминов С и В.

После завершения первичной обработки молоко должно храниться некоторое время до его последующей отправки на переработку. И при хранении важно не допустить изменений свойств молока. Для хранения могут использовать баки, ванны, фляги, танки. Хранящееся молоко должно быть охлажденно. Существуют нормы хранения, например, при температуре - 8°C молоко хранится не более 12 часов, при 6-8°C 12-18 часов и при 4-6°C 18-24 часа [1, 2].

В заключении, можно сделать следующие выводы: после доения молоко необходимо очистить и охладить, при перевозке продукта необходимо соблюдать санитарные нормы и хранить молоко при пониженных температурах. При соблюдении выше сказанного молоко сохранит свои свойства и достигнет своего потребителя или места переработки.

Список литературы

1. Первичная обработка молока: технология и санитарные требования – Текст: электронный. – URL:<https://fb.ru/article/446393/pervichnaya-obrabotka-moloka-tehnologiya-i-sanitarnyie-trebovaniya>
2. Первичная обработка молока на фермах. – Текст: электронный. – URL: https://revolution.allbest.ru/agriculture/00654783_0.html
3. Патент № 187616 РФ, МПК А01J 9/04, А23С3/02. Устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки/ Гайдидей С.В., Зефилов И.В., Кузнецова Н.И., Бежанян Н.Т. опубликовано 13.03.2019 г. Бюл. №8. – Текст: непосредственный.
4. Патент № 2706090 РФ, МПК А23С3/04. Способ снижения бактерицидности молока при дойке/ Гайдидей С.В., Зефилов И.В., Кузнецова Н.И., Бежанян Н.Т. опубликовано 13.11.2019 г. Бюл. №32. – Текст: непосредственный.

УДК 535-31

ВЛИЯНИЕ НАПРЯЖЕНИЯ НА ДЛИНУ ВОЛНЫ ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧАТЕЛЯ

*Кузнецов Михаил Сергеевич, студент-бакалавр
Киприянов Федор Александрович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: микронизация является одним из способов повышения усвояемости зерновых кормов. В статье приведены результаты исследований по влиянию напряжения на клеммах источника инфракрасного излу-

чения на длину волны и температуру нагрева поверхности. В результате эксперимента установлено, что за счет изменения напряжения на клеммах источника можно изменять длину волны инфракрасного излучения, тем самым расширять диапазон регулировок установок для микронизации фуражного зерна.

Ключевые слова: длина волны, напряжение, микронизация, ИК-излучение

Микронизация – это тепловая обработка зерна инфракрасными (ИК) лучами. ИК-излучение зерна вызывает интенсивный нагрев, повышает внутреннее давление паров воды, способствующее разрушению зерновки. Питательные вещества, такие как углеводы и белки в процессе тепловой обработки зерна подвергаются различным структурным изменениям. При микронизации уничтожается вредоносная микрофлора, снижается общее количество микроорганизмов, бактерий и плесневых грибов. Процесс микронизации зерна предупреждает заражение амбарными вредителями.

Зачастую диапазон температурного воздействия инфракрасного излучателя, применяемого при микронизации, ограничивается его опτικο-волновыми характеристиками. В частности, одной из характеристик является длина волны спектра, испускаемого излучателем. С практической точки зрения представляет интерес возможность регулировки длины волны с целью расширения диапазона регулировок и возможность регулировки температуры поверхности путем изменения напряжения на клеммах инфракрасного излучателя.

В ходе эксперимента изменялось напряжение на клеммах коротковолнового излучателя QHL (поз. 1, рисунок 1), с последующим измерением длины волны. Напряжение на клеммах регулировалось с помощью лабораторного трансформатора (поз. 2, рисунок 1), в диапазоне от 32 до 220В, при изменении напряжения менялась температура накала нити излучателя. Температура накала нити определялась по оптическому пирометру ОПШИР 017 (поз. 3, рисунок 1), на основании которой аналитическим методом по формуле Вина определялась длина волны [1-3].

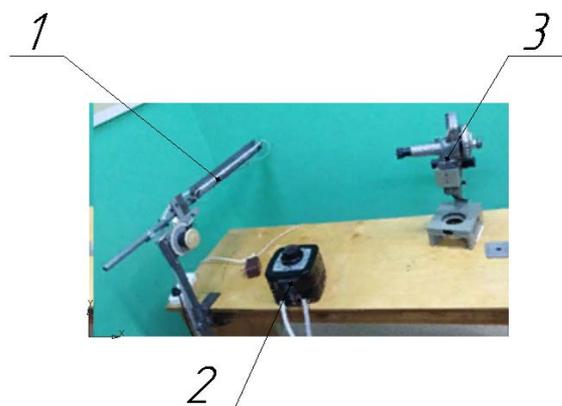


Рисунок 1 – Экспериментальное оборудование

В результате эксперимента, выполненного в трехкратной повторности, получена математическая зависимость, показывающая сокращение длины волны с увеличением напряжения на клеммах инфракрасного излучателя.

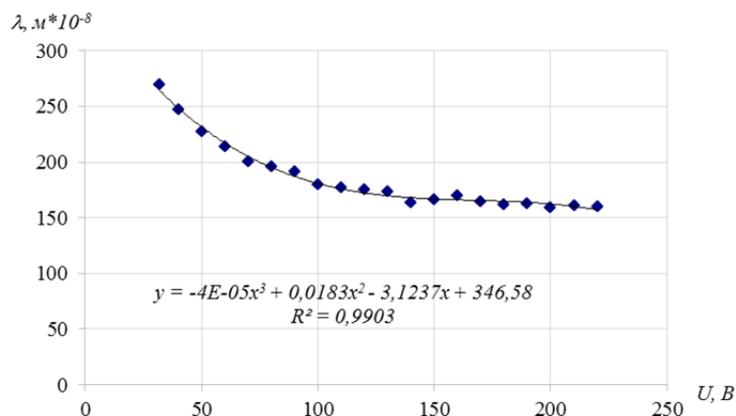


Рисунок 2 – Зависимость длины волны от напряжения на клеммах излучателя

Полученные экспериментальные данные довольно точно описываются уравнение третьего порядка. Причем, следует отметить, что зависимость длины волны от напряжения носит нелинейный характер.

Для исследования влияния напряжения на температуру нагрева поверхности проведена дополнительная серия экспериментов, в которой замерялась температура поверхности предварительно окрашенных термостойкой краской металлических пластинок. Продолжительность нагрева составляла 45 с., температура измерялась тепловизором Testo.

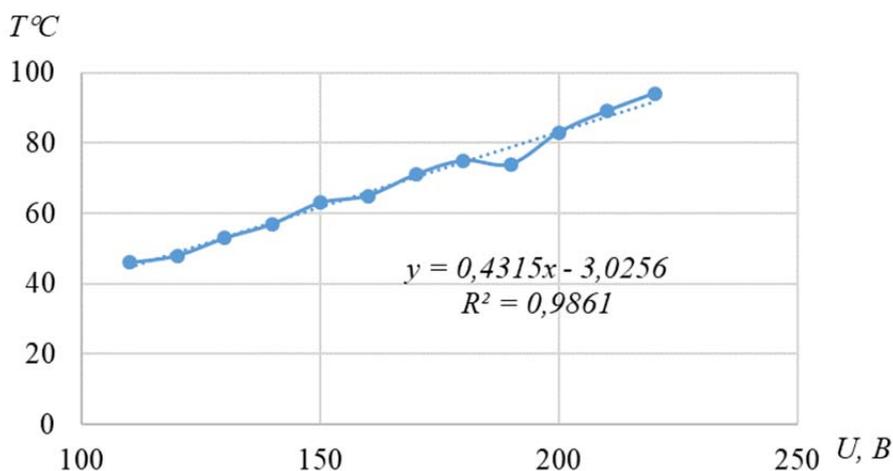


Рисунок 3 – Зависимость температуры от напряжения на клеммах излучателя

В условиях проведенного эксперимента получена линейная зависимость температуры нагрева поверхности от напряжения на клеммах излу-

чателю (рисунок 3). Линейный характер зависимости температур от напряжения объясняется более узкими границами диапазона изменения напряжения от 110 до 220 В.

Таким образом, изменение напряжения позволяет регулировать длину волны инфракрасного излучателя, что, в свою очередь влияет на температуру нагрева поверхности обрабатываемого материала.

Список литературы

1. Гусакова, Г.В. Оптика и атомная физика: Методическое пособие /к практикуму по физике для студентов инженерных факультетов / Г.В. Гусакова, Е.В. Славоросова. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2010. – 93 с. – Текст: непосредственный.
2. Механика. Молекулярная физика: Учебно-методическое пособие к практикуму по физике для бакалавров по направлениям подготовки 221700 "Стандартизация и метрология", 151000 "Технологические машины и оборудование", 260200 "Продукты питания животного происхождения", 110800 "Агроинженерия" / Г.В. Гусакова, Н.В. Киселева, Н.П. Молотова [и др.]. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2011. – 89 с. – Текст: непосредственный.
3. Славоросова, Е.В. Общая физика: лабораторный практикум: Лабораторный практикум по курсу "Физика" для студентов, обучающихся по направлениям 111100 "Зоотехния", 110400 "Агрономия", 250100 "Лесное дело" / Е.В. Славоросова, И.Н. Созоновская. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2011. – 87 с – Текст: непосредственный.

УДК 631.362

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ ЗЕРНА

*Ломтев Даниил Олегович, студент-магистрант
Кузнецов Николай Николаевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье представлены исследования по особенностям технологических операций при послеуборочной обработке зерна в условиях Северо-Запада России. Проанализированы основные недостатки и положительные моменты организации технологии и работы оборудования. Представлены рекомендации по улучшению экономических показателей производства зерна.

Ключевые слова: зерно, обработка, технология, ворох, сушилка

Применяемая в хозяйствах региона и в частности в Вологодской об-

ласти технология послеуборочной обработки зерна является типовой и включает последовательное выполнение следующих операций: прием зернового вороха, предварительную очистку зерна от примесей и пыли, временное хранение зерна в бункерах активного вентилирования, сушку зерна до кондиционной влажности, отлежку и охлаждение зерна в бункерах активного вентилирования, первичную очистку, вторичную очистку и сортирование. При послеуборочной обработке фуражного зерна первичная очистка, вторичная очистка и сортирование не проводятся. Схема технологического процесса послеуборочной обработки семенного зерна по типовой технологии представлена на рисунке 1.

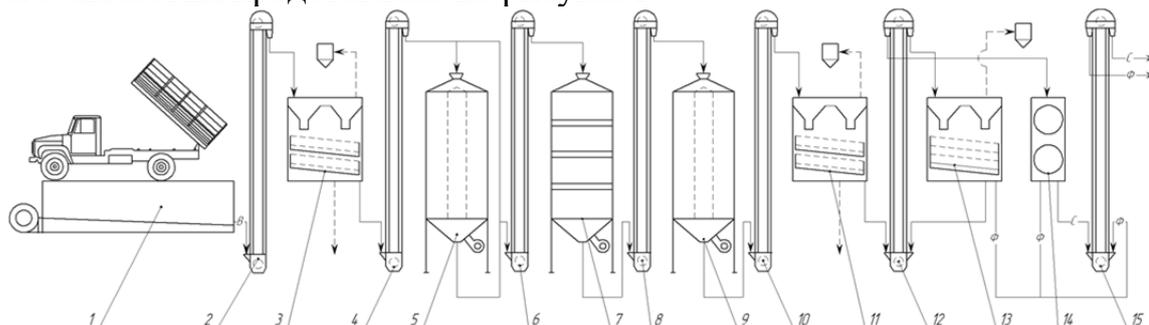


Рисунок 1 – Схема технологического процесса послеуборочной обработки семенного зерна

Зерновой ворох, доставленный от комбайнов самосвальным транспортом, выгружается в приемный бункер 1 с аэрожелобами, где продувается воздухом, нагнетаемым вентиляторами. При открытии заслонок в конце аэрожелобов зерновой ворох под воздействием потока воздуха перемещается по поверхности жалюзи желоба и вытекает из секций бункера в норию 2, которая подает его в машину предварительной очистки 3. Нередки случаи использования для приема зернового вороха обычных бункеров (завальных ям) и площадок, не оборудованных системой активного вентилирования.

Применение бункеров с аэрожелобами для приема зернового вороха вместо обычных с наклонным днищем позволяет уменьшить потребное количество бункеров активного вентилирования для временного хранения влажного зерна перед сушкой и обеспечить бесперебойную работу зерноуборочных комбайнов.

Машина предварительной очистки очищает зерно от крупных, мелких, легких примесей и пыли. Очищенное зерно норией 4 направляется в бункера активного вентилирования 5 или через норию 6 непосредственно в сушилку 7. Незерновые отходы от машин предварительной очистки посредством транспортирующих устройств выводятся за пределы пункта. Легкие примеси и пыль выносятся потоком воздуха в циклоны, а из них удаляются за пределы пункта.

Зерно, высушенное до кондиционной влажности, норией 8 направля-

ется в вентилируемые бункера-накопители 9 для отлежки и охлаждения, а из них норией 10 – в машину первичной очистки 11. Машина первичной очистки выделяет из зерна примеси и пыль, оставшиеся в нем после предварительной очистки. При этом зачастую вместе с мелкими примесями через подсевные решета выделяется на фураж 10...20% мелких и щуплых семян обрабатываемой культуры.

Применение операции первичной очистки в технологии послеуборочной обработки семенного зерна позволяет уменьшить нагрузку на машины вторичной очистки и сортировки и довести до кондиционных требований по чистоте семенной материал в потоке.

Семена после первичной очистки одним из потоков двухпоточной нории 12 подаются в воздушно-решетную машину 13 для вторичной очистки и сортировки на семенную и фуражную фракции. Семенная фракция вторым потоком нории 12 направляется в триерный блок 14, где семена очищаются от коротких и длинных примесей, а также дробленого зерна.

Готовые семена и фуражная фракция посредством двухпоточной нории 15 или двух однопоточных подаются в бункера-накопители, а из них посредством транспортирующих машин – в склады семенного и фуражного зерна.

Основное отличие технологических линий послеуборочной обработки как семенного, так и фуражного зерна заключается в разнице типов и марок применяемых машин и механизмов. Операции, определяющие качество семян: очистка и сушка.

Анализ работы зерноочистительно-сушильных пунктов, показали, что при проектировании, строительстве и реконструкции ЗОСП не полностью учитываются агроклиматические условия зоны и свойства зернового вороха как объекта обработки: высокая влажность и засоренность при значительных колебаниях суточного поступления на обработку. В результате чего действительная пропускная способность пунктов и комплексов послеуборочной обработки зерна значительно ниже проектной.

Прием зернового вороха. Для приема зернового вороха на ЗОСП используются приемные бункеры (завальные ямы) с наклонным днищем вместимостью от 4 до 16 т, разгрузочные площадки и приемные аэрируемые бункера. Приёмные бункера и завальные ямы маловместительны, а ямы и приямки с проектной глубиной 1 м при высоком уровне грунтовых вод весной заполняются водой, что приводит к преждевременному износу размещённого в них оборудования. Избежать выше отмеченных недостатков позволяет применение для приёма зернового вороха бункеров с аэрожелобами.

Предварительная очистка. Предварительная очистка предназначена для выделения крупных, мелких, легких незерновых примесей и пыли из зернового вороха с целью лучшего сохранения, подготовки к сушке или

активному вентилированию и повышения эффективности последующей очистки зерна и семян.

Снижение производительности ворохоочистителей приводит к росту удельных энергозатрат на предварительную очистку зернового вороха, вызывает необходимость установки нескольких машин, работающих параллельно, размещение которых на существующих ЗОСП сельхозпредприятий не всегда возможно. Насыщение ЗОСП дополнительными машинами и оборудованием снижает их технико-экономические показатели.

Временное хранение зерна. Известно, что основной операцией, сдерживающей и нарушающей поточность технологии послеуборочной обработки высоковлажного зерна, особенно семенного назначения, является сушка. Поэтому возникает необходимость временного хранения части зерна перед сушкой. Возможность гарантированного временного хранения зерна в вентилируемых бункерах ограничена его влажностью, которая не должна превышать 23...25% /19/.

Вследствие пластичности зерно высокой влажности образует слой, плотность которого по высоте бункера не равномерна. Зерно, находящееся в наиболее удаленной от воздуховода зоне, в начальный период вентилирования переувлажняется парами влаги, выделенной в воздух из слоев, расположенных ближе к воздуховоду (внутреннему цилиндру).

Нижние, более плотные слои зерна, продуваются хуже, что создает условия для развития микроорганизмов и усиливает дыхание зерна. Эффективность вентилирования снижается, и нередки случаи порчи части зерна.

Чтобы избежать подобных явлений, приходится загружать в бункера зерно высокой влажности на половину их высоты и менее. Один из четырех бункеров отделения вынуждены не загружать, чтобы иметь возможность периодической перегрузки зерна из бункера в бункер. Это снижает эксплуатационные и экономические показатели отделения бункеров активного вентилирования зерна до сушки.

Сушка зерна. Для сушки зерна применяются в основном барабанные, шахтные, бункерные, колонковые, карусельные, конвейерные, напольные, ромбические и жалюзийные сушилки.

В барабанных сушилках можно сушить зерно любой влажности и засоренности при довольно высокой равномерности сушки отдельных зерен. Неравномерность по влажности отдельных зерен при сушке $\pm 1\%$.

По сравнению с шахтными барабанные сушилки требуют более короткие загрузочные и транспортирующие устройства и тем самым меньше травмируют семена. Их легче очищать от семян ранее высушиваемой культуры, что дает возможность более быстрого перехода к сушке с одной культуры на другую.

Однако время пребывания зерна в сушильном барабане ограничено и составляет 15...20 мин, что позволяет снизить влажность семян за один

пропуск лишь на 3...4%. Поэтому через барабанные сушилки высоковлажное зерно пропускают 2-3 раза или последовательно устанавливают несколько сушилок, что приводит к удорожанию стоимости оборудования ЗОСП.

В шахтных, бункерных и колонковых сушилках зерно, движущееся плотным слоем сверху вниз, продувается теплоносителем, подаваемым в поперечном направлении. Скорость движения зерна и производительность сушилок определяется пропускной способностью разгрузочного (выпускного) устройства. Основным недостатком этих сушилок – необходимость многократного пропуска семян через сушильные камеры при сушке семенного зерна повышенной влажности, что резко снижает производительность сушилок.

Исследования рабочего процесса карусельных сушилок СЗК-5 и СКЗ-8, показали, что процесс сушки зерна в них может быть подразделен на два этапа: сушка первоначально загруженных семян и сушка семян в потоке.

Особенностью и достоинством карусельных сушилок является то, что при достижении зерном в нижних слоях (толщиной 0,15...0,2 м) кондиционной влажности после включения в работу разгрузочного устройства, привода платформы сушильной камеры и разгрузочной норрии сушка зерна протекает в противотоке зерна и теплоносителя. Теплоноситель движется навстречу постоянно опускающему сверху вниз зерну, сушилка работает в режиме загрузка–выгрузка, то есть в потоке.

При сушке в потоке режимы сушки (температура нагрева семян и температура теплоносителя) не зависят от исходной влажности семян и обусловлены влажностью их в нижнем выгружаемом слое.

В конвейерных сушилках СКВС-6 и СКУ-5, зерно из надсушильного бункера самотеком поступает в начало верхней сушильной плоскости и цепочно-рамочным конвейером распределяется равномерным по толщине слоем по верхней и нижней сушильным плоскостям. Аналогично сушке в карусельных сушилках первая загрузка зерна просушивается в плотном неподвижном слое и при достижении зерном на нижней сушильной плоскости кондиционной влажности сушилку переводят на работу в потоке.

Сушилки периодического действия (платформенные, ромбические, треугольные, жалюзийные) характеризуются тем, что сушка зерна в них осуществляется в плотном неподвижном слое, скорость зерна V_z равна нулю, а скорость теплоносителя V_m значительно меньше скорости витания семян $V_{вит}$. Основные недостатки этих сушилок – неравномерность сушки семян по толщине слоя в различных зонах сушильных камер, пересушка семян со стороны входа теплоносителя до влажности 6...8%, цикличность работы и, как правило, низкая производительность и высокий удельный расход топлива.

Для первичной очистки зерна в технологических линиях ЗОСП,

скомплектованных из отдельных машин и агрегатов применяются зерноочистительные машины ОВС-25А и ЗВС-20. Для вторичной очистки семенного зерна используются в основном семеочистительные машины МС-4,5, К-531А «Петкус-Гигант», К-547А с триерным блоком К-236 (производства Германия), триерные блоки БТ-5 и БТ-10.

Разделение семян в процессе вторичной очистки на первый и второй сорт возможно лишь на семеочистительных машинах, решетные станы которых имеют трехрешетную схему работы (СВУ-5, СВУ-10, К-547А). В процессе вторичной очистки семенное зерно разделяют на семенную и фуражную фракции. Сортирование семенной фракции производится крайне редко. Из-за низкой производительности сушилки, машины первичной и вторичной очистки зерна позволяют обрабатывать в потоке все высушенное зерно.

Одним из основных способов энергосбережения при сушке зерна является реконструкция сушильных отделений ЗОСП с заменой энергоемких сушилок на более экономичные по расходу топлива, и которые по рабочему процессу и производительности вписываются в технологические линии ЗОСП, а по габаритным размерам в размеры сушильных отделений, без существенных изменений конструкции здания.

Наиболее полно отвечают вышеуказанным требованиям карусельные СКЗ-5, СЗК-8, СКУ-10, СКУ-15 и конвейерные СКВС-6 и СКУ-5 сушилки. Сушилки бункерные высоковлажных семян СБВС-5 представляют собой переоборудованный в сушилку бункер активного вентилирования БВ-40 высотой 15 м и пригодны лишь для замены шахтных сушилок СЗШ-16 в комплексах КЗС-20Ш.

Однако из-за высокой стоимости новых зерносушилок и тяжелого финансового состояния сельхозпредприятий в настоящее время замена энергоемких сушилок на более экономичные по удельному расходу топлива производится крайне медленно.

Список литературы

1. Грушин, Ю.Н. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян: учебное пособие / Ю.Н. Грушин, В.Н. Вершинин, Д.А. Пустынный; Под ред. В.Н. Вершинина. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2014. – 255 с. – Текст: непосредственный.
2. Смелик, В.А. Ресурсосберегающая технология послеуборочной обработки семян зерновых культур в условиях повышенного увлажнения / В.А. Смелик, М.А. Новиков, Л.И. Ерошенко, А.Н. Перекопский. – Текст: непосредственный // В сборнике: Доклады ТСХА. – 2019. – С. 449-451.
3. Кузнецов, Н.Н. Повышение эффективности заготовки прессованного в рулоны сена путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Н.Н. Кузнецов / Северо-Западный

научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. Санкт-Петербург, 2007 – Текст: непосредственный.

4. Ивановская, В.Ю. Сельское хозяйство Вологодской области: состояние и меры господдержки // В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. – 2021. – №4. – С.17-21.

5. Суслов, А.А. Обоснование совершенствования питающего устройства плющилки зерна / А.А. Суслов, В.Н. Вершинин. – Текст: непосредственный // В сборнике: Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий. Материалы международной научно-практической конференции. Великие Луки, 2022. – С. 136-139.

6. Попов В.Д. Исследование сушки прессованной в рулоны провяленной травы / В.Д. Попов, Н.Н. Кузнецов // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 6. – С. 47-49. – Текст: непосредственный

7. Попов, В.Д. Технологии заготовки высококачественного сена в рулонах / В.Д. Попов, Н.Н. Кузнецов // В сборнике: Экология и сельскохозяйственная техника. Материалы 5-й международной научно-практической конференции: в 3-х томах. Российская академия сельскохозяйственных наук. – 2007. – С. 107-110. – Текст: непосредственный

УДК 631.171

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ (IoT) В АГРОБИЗНЕСЕ

Михайлов Андрей Сергеевич, к.т.н.

*Корепин Вадим Александрович, студент-магистрант
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Анотация:** в статье представлены сферы применения Интернет вещей (IoT) в агробизнесе, одной из которых является «умная теплица».*

***Ключевые слова:** интернет, вещей, агробизнес, «умная теплица», скетч, контроллер*

Интернет вещей (IoT) – концепция вычислительной сети физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключаяющее из части действий и операций необходимость участия человека.

Основная задача системы Интернет вещей - сделать жизнь человека комфортной. Для нее не нужны программы, она сама анализирует и предугадывает действия пользователя.

Агробизнес – одна из сфер бизнеса, начинающая внедрять IoT. Сельхозпроизводители используют дроны с целью георазведки и орошения территории, чипируют скот, чтобы отслеживать его местоположение. Для нужд сельского хозяйства разрабатываются «умные» тракторы и комбайны - беспилотники, которые способны собирать урожай днем и ночью, что существенно сокращает время уборочной кампании. А специальные штанги, погружаемые в плодородный слой и оснащенные датчиками, передают аграриям информацию о состоянии почвы, ее температуре и уровне минерализации.[1]

Также одним из примеров применения интернета вещей в сельском хозяйстве является «умная теплица».

«Умная теплица» - это полностью автоматизированная конструкция, призванная облегчить труд земледелия в закрытом грунте.

Автоматизированная теплица подразумевает выполнение ряда операций без участия человека, а именно:

- ✓ поддержка требуемых температурных параметров внутри;
- ✓ автополив растений посредством капельного орошения;
- ✓ мульчирование (восстановление) почвенного слоя.

Чтобы развивать компетенции в области Интернет вещей (IoT) у населения нашей страны со школьного возраста компания MGBOT разработала образовательный набор «Умная теплица ЙоТик М2» (рисунок 1), который предназначен для образовательных учреждений, а также для самостоятельного изучения и проведения научных исследований. Набор позволяет развить навыки механического и электрического монтажа, программирования, автоматизации растениеводства и использования Интернет-вещей (IoT) в повседневной жизни, а также проводить различные научные исследования в агрономии и агроинженерии.

Данный набор можно оснащать дополнительными устройствами, что позволит расширить знания в области Интернет вещей. [2]

Основной круг решаемых задач:

- ✓ Управление освещением в теплице;
- ✓ Управление проветриванием и контроль температуры помещения;
- ✓ Графическая и текстовая визуализация данных и отображение текущего состояния теплицы, оповещение о чрезвычайной ситуации;
- ✓ Мониторинг данных об окружающей среде и применение этих показаний в создании автоматических систем управления выращиванием растений.

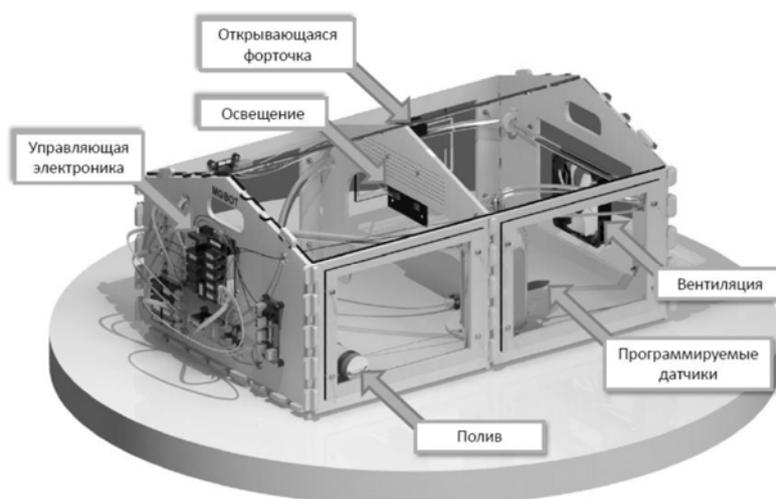


Рисунок 1 – «Умная теплица» ЙоТик М2

Для работы непосредственно с «Умной теплицей» требуется понимать, как правильно запрограммировать устройства, входящие в её состав.

Для программирования «Умной теплицы» можно использовать Arduino IDE – интегрированная среда разработки, предназначенная для создания скетчей, которые можно загрузить в Arduino – совместимый контроллер. Интерфейс данной программы очень понятен и удобен особенно для начинающих программистов и разработчиков. Чтобы создавать собственные скетчи и уметь их читать следует иметь навыки программирования в среде Arduino IDE, также следует обладать знаниями в следующих областях языка программирования Arduino:

- ✓ Константы и директивы (HIGH, LOW, INPUT, #include, #define...)
- ✓ Типы данных и их преобразование (Boolean, char, int...)
- ✓ Математические функции (min, max, sqrt...)
- ✓ Прерывания и таймеры (attachInterrupt()...)
- ✓ Синтаксис языка (Комментарии, скобки...)
- ✓ Операторы сравнения, арифметика и логические операторы (==, ++, &&...)
- ✓ Библиотеки (timer.h, wire.h, servo.h). [2]

Дистанционное управление «Умной теплицей» и получение интересующей информации с датчиков, осуществляется с помощью Telegram-бота, токен которого необходимо прописать в скетче и загрузить в контроллер ЙоТик 32.

Таким образом Интернет вещей (IoT) позволяет повысить эффективность ведения агробизнеса, а также проявить интерес у подрастающего поколения к сельскому хозяйству.

Список литературы

1. Михайлов, А.С. Цифровые технологии в агробизнесе / А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // В сб.: Передовые достижения науки в молоч-

ной отрасли. – 2021. – С. 176-178.

2. Методическое пособие для изучения технологии IoT (Интернет Вещей) с помощью образовательного набора «Умная Теплица ЙоТик М2» MGBOT-2019 – 81с. – Текст: непосредственный.

УДК 631.3.02

РАЗРАБОТКА РАБОЧЕГО ОРГАНА ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ОРУДИЯ

*Обухов Василий Владимирович, студент-магистрант
Аскарอฟ Разиф Раисович, студент-магистрант
Мухаметдинов Айрат Мидхатович, к.т.н, доцент
ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ, г. Уфа, Россия*

Аннотация: в статье приводится разработка рабочего органа почвообрабатывающего орудия. За основу для модернизации взят глубокорыхлитель *Gaspardo ARTIGLIO 400*, а именно противорезающие ножи (крылья).

Ключевые слова: рабочий орган, рылитель, нож, разработка, *ARTIGLIO 400*

Введение. В настоящее время в Республике Башкортостан увеличивается площади под посев масличных культур, так как они являются высококорентабельными культурами [1,2,4,5,6,7]. В ООО "НПО Мелеуз" в последние годы увеличивают площади под посев масличных культур. Высокая эффективность выращивания масличных культур связана с реализацией подсолнечника и рапса в близлежащие маслоэкстракционный завод «Маячный» и ООО «Мелеузовский элеватор».

Целью данной статьи является разработка рабочего органа почвообрабатывающего орудия.

Учеными установлено, что при выращивании подсолнечника наблюдается снижение плодородия почвы. Соответственно предлагается повышение плодородия почвы за счет применения глубокорыхлителя с разработанными противорезающими ножами.

Учеными установлено, что частота засух увеличивается, что приводит к уменьшению наличия влаги в почве и образованию глыб при отвальной вспашке. Как известно, с увеличением глубины увеличивается наличие влаги в почвенных слоях. Соответственно необходимо производить безотвальную обработку почвы.

В связи с тем, что у подсолнечника стреловидная корневая система, корни достигают глубины более 1,5 м им необходимо получать питательные вещества и влагу во весь период роста и развития. Но особую роль иг-

рает получение влаги в начальный период роста корневой системы.

В хозяйствах Республики Башкортостан применяются различные виды глубокорыхлителей. Одним из таких предприятий является ООО "НПО Мелеуз" в котором имеется глубокорыхлитель GASPARDO Artiglio 400.

Проведя обзор существующих конструкций, выявили недостатки: применяемые в хозяйствах Республики рабочие органы не в полной мере соответствуют требованиям по агротехнике в засушливый период.

Глубокорыхлитель Artiglio агрегируется тракторами мощностью от 150 до 390 лошадиных сил, для средних и крупных хозяйств, которым требуется глубина обработки не менее 0,55 м при ширине захвата от 2,5 м с 5 зубьями до 5 м с 11 зубьями.

Культивация выполняется подрезными крыльями, расположенными на стойках глубокорыхлителя с двух сторон. Стойки расположены в шахматном порядке, что обеспечивает 100% перекрытие и подрезание сорняков.

Задачи, которые выполняет глубокорыхлитель Artiglio:

- 1) Обработка и глубокое рыхление почвы со вскрытием плужной подошвы;
- 2) Измельчение и выравнивание поверхности за счет двойного гидравлического игольчатого катка [1].

Целью предлагаемого устройства является смещение влажных слоев почвы, которые находятся глубже залегания семян при посеве. Тем самым при посеве семена будут заделываться в более влажную почву, что соответственно приведет к более эффективному росту и развитию растений во весь вегетационный период. За счет этого получим повышение урожайности.

На рисунке 1 представлен глубокорыхлитель с протирежущими ножами и его технологическая схема обработки почвы. Возможность изменения угла установки предлагаемых противорежущих ножей в горизонтальной плоскости позволяет регулировать направление и массу смещаемых почвенных слоев в зависимости от почвенно-климатических условий.

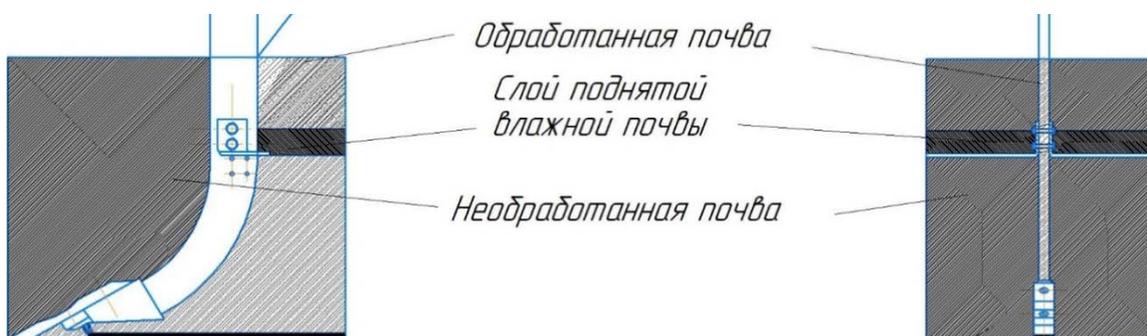


Рисунок 1 – Технологическая схема обработки почвы глубокорыхлителем с протирежущими ножами

Разработка. Интересующая область применения рыхлителя Artiglio – рыхление почвы после засушливых погодных условий под подсолнечник, следовательно, глубина рыхления составляет 0,4-0,45 м.

Так как после засушливого сезона, почва очень сухая, что не способствует должному росту и развитию подсолнечника. Причиной этому служит недостаточное количество влаги в почве. Идея разработки заключается в изменении геометрической конструкции противорезающих ножей, которое позволит при подрезании слоя почвы, поднимать влажный слой почвы выше, таким образом, корни подсолнечника будут впитывать влагу, что способствует дальнейшему росту и развитию корневой системы. Изменения содержат в себе регулировку угла подрезания слоя почвы и сорняков. Регулировка угла подрезания осуществляется путем фиксирования ножа в отверстиях 2,3,4 в паре с отверстием 1. Магистрантами Обуховым В.В., Аскарковым Р.Р. проведено обоснование конструктивно-технологических параметров противорезающего ножа [3]. На рисунке 2 представлен противорезающий нож с регулировкой угла подрезания.

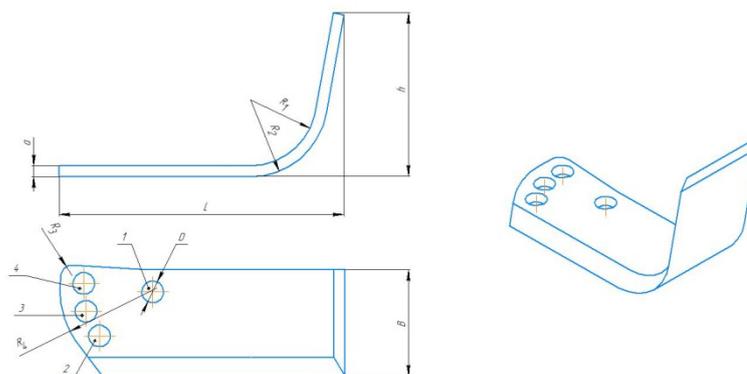


Рисунок 2 – Противорезающий нож

Исходя из конструктивных соображений примем: $h = 0,15$ м; $L = 0,259$ м; $B = 0,097$ м; $a = 0,01$ м; $R_1 = 0,6$ м; $R_2 = 0,7$ м; $R_3 = 0,01$ м; $R_4 = 0,088$ м; $D = 0,02$ м.

Для начальной проверки работоспособности данной конструкции, было решено произвести некоторые расчеты в ПО APM STUDIO [2]. Расчетной областью является модель противорезающего ножа. Установили нагрузки и крепления. Крепление было установлено на внутренней части отверстий. В качестве нагрузки по условию эксплуатации приняли максимальную - 10 Н/мм². Далее произвели статический расчет. Было произведено 3 измерения, меняя положение крепления, следовательно, изменяется угол резания.

Результаты показали следующее:

- 1) В первом положении минимальные напряжения составили 13,42 МПа, а максимальные напряжения в детали составляют 11183,5 МПа.
- 2) Во втором положении минимальное напряжение 19,54 МПа, а

максимальное напряжение 16913,21МПа.

3) В третьем положении минимальное напряжение 16,6 МПа, а максимальное напряжение 9884,2 МПа.

Как видим, с изменением положения, величина напряжения увеличилась во много раз. Что на много превышает значение нормы [3]. Следовательно, при увеличении скорости агрегатирования рыхлителя, увеличивается как сопротивление, так и нагрузка на узлы и отдельные детали, в нашем случае, противорежущего ножа. Сделали вывод, что при соблюдении скоростного режима агрегатирования, противорежущий нож может выдержать нагрузку, приложенную на него. На рисунке 3 представлена зависимость напряжения от угла установки противорежущего ножа.

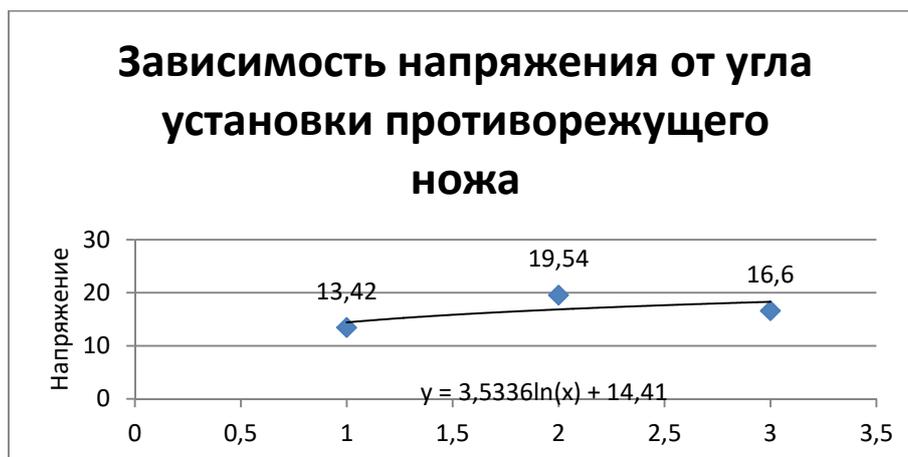


Рисунок 3 – График зависимости напряжения от угла установки противорежущего ножа

В дальнейшем планируется проверка работоспособности данной конструкции и проведение лабораторных и полевых испытаний в ООО "НПО Мелеуз", по результатам которых будут внесены дальнейшие изменения.

Список литературы

1. Мухаметдинов, А.М. Результаты лабораторно-полевых исследований экспериментального комбинированного сошника / А.М. Мухаметдинов, С.Г. Мударисов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Особенности развития агропромышленного комплекса на современном этапе. Материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках XXI Международной специализированной выставки "АгроКомплекс-2011". – 2011. – С. 58-61.
2. Результаты экспериментальных исследований посевной секции для посева по нулевой технологии / С.Г. Мударисов, И.М. Фархутдинов, А.М. Мухаметдинов [и др.]. – Текст: непосредственный // В сборнике: Аграрная наука в инновационном развитии АПК. Материалы международной науч-

но-практической конференции, посвящённой 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». Башкирский государственный аграрный университет. – 2015. – С. 319-322.

3. Мухаметдинов, А.М. Применение программных комплексов при разработке рабочего органа для обработки почвы / А.М. Мухаметдинов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Научные основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства. – 2019. – С. 84-88.

4. Фархутдинов, И.М. Модернизация конструктивно-технологической схемы посевной секции сеялки для посева по no-till технологии / И.М. Фархутдинов, М.М. Ямалетдинов. – Текст: непосредственный // В сборнике: IX Промышленный салон. материалы V Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 230-234.

5. Ямалетдинов, М.М. Эксплуатационная оценка пропашной сеялки / М.М. Ямалетдинов, Р.Р. Шарипов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Аграрная наука в инновационном развитии АПК. Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». Башкирский государственный аграрный университет. – 2015. – С. 334-338.

6. Ямалетдинов, М.М. Выбор оптимальной пропашной сеялки / М.М. Ямалетдинов, Р.Р. Шарипов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Перспективы инновационного развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXIV Международной специализированной выставки "Агрокомплекс-2014". – 2014. – С. 161-167.

7. Галлямов, Ф.Н. Разработка систем контроля высева семян для зерновых сеялок / Ф.Н. Галлямов, А.В. Шарафутдинов, М.В. Пятаев. – Текст: непосредственный // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3 (55). – С. 99-107.

УДК 631.3-6

ОБОСНОВАНИЕ ЭКСПРЕСС-МЕТОДА ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА ВОДЫ В МОТОРНОМ МАСЛЕ РАБОТАЮЩЕГО ДВС

Остриков Виталий Викторович, студент

Ковалевич Евгений Васильевич, студент

Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., к.т.н., доцент

Закревский Игорь Владимирович, науч. рук., ст. преподаватель

УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: проанализированы методы оценки наличия воды в моторном масле. Разработано и изготовлено устройство для оценки количе-

ства воды в масле и доказана его работоспособность.

Ключевые слова: *моторное масло, вода, экспресс-методы, электрогидгель, ДВС*

Вода в моторном масле после механических примесей является вторым наиболее разрушительным загрязнителем. Вода может присутствовать в моторном масле в следующих трех состояниях [1]: растворенная, эмульгированная и свободная.

Растворенная вода в моторном масле обычно содержится в небольшом количестве. Ее количество зависит от типа и состояния базового масла, пакета присадок, содержания загрязняющих веществ и температуры. Так, новые высокочистые парафиновые масла, не содержащие присадок (кроме ингибиторов окисления), содержат небольшое количество растворенной воды, а окисленное низкосортное масло, сильно насыщенное присадками и загрязнителями, будет растворять больший объем воды. С повышением температуры количество растворенной воды увеличивается, а с понижением – падает. Однако, с понижением температуры ниже точки конденсации, часть растворенной воды переходит в свободную или эмульгированную.

Эмульгированная вода считается наиболее опасной из-за ее большой площади контакта с маслом, а также способности переноситься маслом в трущееся пары двигателя, разрушая при этом стабильную масляную пленку. Эмульгированная вода может существовать в виде воды в масле при более низких концентрациях и в виде масла в воде при более высоких концентрациях. Присадки, оксиды и загрязняющие вещества могут способствовать стабильному эмульгированию воды в масле. В зависимости от количества эмульгированная вода в моторном масле имеет мутный или молочный вид.

Свободной считается вода, которая отделяется от масла из-за невозможности в большем количестве растворяться и эмульгироваться, а также из-за различий в плотности воды и масла. В минеральном масле, не содержащем полярных присадок, свободная вода будет оседать на дно поддона, а в синтетических маслах, имеющих плотность выше плотности воды из-за высокой концентрации полярных присадок (детергенты, диспергаторы, ингибиторы коррозии, противоизносные присадки), – будет перемещаться вверх и находиться в свободном подвижном состоянии.

Вода, так же, как и механические примеси, может попадать в двигатель и моторное масло различными путями: из атмосферы через уплотнения, вентиляционные отверстия, люки резервуара и со свежим маслом; в процессе конденсации при работе двигателя; из системы охлаждения (вместе с антифризом) из-за негерметичности или износа уплотнений.

При попадании воды в масло происходит реакция гидролиза, приво-

дующая к разрушению присадок и образованию вредных химически агрессивных соединений. Вода также действует как катализатор, способствующий окислению масла, особенно в присутствии химически активных металлов, таких как железо, медь и свинец.

Вода в свободном или эмульгированном состоянии уменьшает смазывающую способность масла, что приводит к преждевременному износу и выходу из строя подшипников, шестерен, поршней и др. деталей пар трения. Растворенная вода также может вызывать износ и отказ подшипников качения в результате водородного охрупчивания [1]. Кроме того, вода вызывает коррозию чугунных и стальных деталей.

Для определения наличия воды в моторном масле используют различные методы. Так, в чистую, предварительно высушенную пробирку из теплостойкого стекла заливают 2–3 мл тщательно перемешанного масла, а пробирку нагревают на спиртовке до температуры 100–110°C [2]. При наличии воды происходит вспенивание масла, на стенках пробирки над поверхностью масла конденсируются капли воды.

Для определения количества воды в масле также используется метод, основанный на химическом взаимодействии его с некоторыми веществами, например, гидридом кальция. По количеству выделяющегося водорода при реакции гидрида кальция с содержащейся в масле водой делают вывод о количестве воды [3]. Определить количество воды, используя данный метод, можно также измерением количества выделившейся теплоты [4].

Сравнительно прост метод определения наличия и количества воды в масле с применением фотометрии и глицерина [3]. Глицерин поглощает воду, поэтому фотометрирование пробы масла до и после смешивания с глицерином изменяет показания фотометра.

Наиболее распространенным методом обнаружения воды в масле является кулонометрическое титрование по методу Карла Фишера (*KF*) [5]. Анализатор воды в масле Карла Фишера может давать очень точные и воспроизводимые результаты, если он выполняется опытным оператором, и является сравнительным методом для других аналитических методов определения воды. Также воду можно измерять в любом состоянии: растворенном, свободном или эмульгированном.

Наиболее перспективным методом измерения загрязнения воды является инфракрасная спектроскопия. Это широко используемое и общепринятое измерение без использования химикатов. В самом общем смысле спектроскопия – это исследование взаимодействия излучаемой энергии и вещества. Спектрометр состоит из источника излучения, детектора и компьютера или другого преобразователя сигнала детектора в полезную информацию. Исследуемый образец помещается между источником излучения и детектором. Вода сильно поглощает на определенной длине волны, и количество воды, содержащейся в образце масла, можно определить, проанализировав это поглощение.

Для проведения экспресс-метода наличия воды и оценки ее содержа-

ния в моторном масле нами выбран метод испытания на треск, заключающийся в нанесении 1–2 капель исследуемого масла на металлическую нагретую до температуры 160 °С поверхность и анализе поведения капли органолептическим методом (зрительное и слуховое восприятие). Если нет никаких изменений в структуре капли на нагретой поверхности в течение нескольких секунд, то в масле отсутствует свободная или эмульгированная вода. В случае образования мелких пузырей (0,5 мм), которые быстро исчезают, содержание воды составляет 0,05–0,10 %. При образовании пузырей, размер которых составляет ≈ 2 мм, и при перемещении к центру капли их размер увеличивается до 4 мм, содержание воды составляет 0,1–0,2 %. При содержании воды более 0,2 % образуются пузыри размером 2–3 мм, которые увеличиваются до 4 мм. Процесс образования пузырей может повториться. При большем содержании воды наблюдается сильное пузырение и треск.

Известны способы [6, 7] реализации данного метода, когда в качестве нагретой поверхности используются пластина, закрепленная на паяльнике [6], электрическая плитка с гладкой поверхностью нагрева [7] и др. Недостатками таких устройств являются: сложность регулирования температуры в требуемом диапазоне; необходимость применения пирометра за контролем температуры поверхности; невозможность применения в полевых условиях, т.к. требуется подключение в сеть 230 В; сложность восприятия звука треска на плоской поверхности.

При разработке методики экспресс-метода определения воды нами предложена новая конструкция и изготовлен электротигель, исключающий вышеописанные недостатки.

Электротигель, способный работать в полевых условиях без подключения в сеть 230 В, содержит термопару, размещенную в дне тигля и позволяющую контролировать температуру нагрева, термометр, подключенный к термопаре, нагревательный элемент (две свечи зажигания), установленный на дне тигля и подключенный непосредственно к аккумулятору напряжением 12 В.

Для определения наличия и количества воды в моторном масле электротигель (рисунок 1, *а*) дополнительно укомплектован вставными элементами: вставкой с конической внутренней полостью (рисунок 1, *б*), позволяющей увеличить мощность звука, с дополнительным цилиндрическим посадочным местом для визуализирующего стекла (рисунок 1, *в*).



Рисунок 1 – Электротигель ЗИВ с дополнительными вставными элементами для определения наличия и количества воды в моторном масле:

a – электротигель в сборе; *б* – вставка с конической внутренней полостью; *в* – визуализирующее стекло

Исследования проводили на моторном масле марки Лукойл Авангард 10W40 с наработкой 0, 30, 100 и 150 ч с фиксацией видеозаписи процесса. Результаты исследований представлены на рисунке 2.

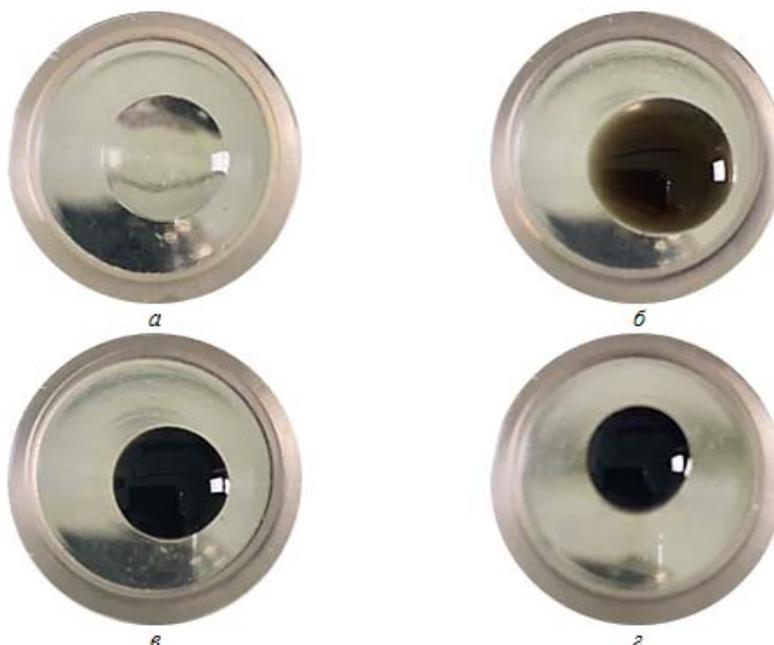


Рисунок 2 – Результаты апробации определения наличия воды в моторном масле марки Лукойл Авангард 10W40 с различной наработкой:
a – 0 ч; *б* – 30 ч; *в* – 100 ч; *г* – 150 ч

Анализ видеонаблюдения эксперимента показал отсутствие зарождения и роста паровых пузырьков в моторном масле, что свидетельствует об отсутствии в нем воды и охлаждающей жидкости.

Для подтверждения работоспособности разработанной методики экспресс-теста определения наличия воды нами было проведено дополни-

тельное исследование, заключающее в искусственном введении воды в свежее моторное масло Лукойл Авангард 10W40 в количествах 0,1, 0,2 и 0,4 %. Результаты эксперимента представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Результаты апробации свежего моторного масла марки Лукойл Авангард 10W40 с различным количеством искусственно введенной воды:
а – 0,1%; *б* – 0,2%; *в* – 0,4%

Полученные результаты показывают, что при введении в масло воды в количестве 0,1% происходит образование мелких пузырей размерами порядка 0,5 мм (рисунок 3, *а*) (на видеозаписи видно, что эти пузыри быстро исчезают), при введении воды в количестве 0,2 % происходит образование более крупных пузырей размерами порядка 2 мм (рисунок 3, *б*) (на видеозаписи видно, что они перемещаются к центру капли и увеличиваются в размере), при введении воды в количестве 0,4 % происходит образование пузырей размером до 3 мм (рисунок 3, *в*) (на видеозаписи видно, что они увеличиваются в размере, процесс образования пузырей повторяется, происходит выплеск масла на стенки конической вставки, аудиозапись фиксирует треск). Таким образом, можно утверждать, что разработанная нами методика является работоспособной.

Список литературы

1. Fitch, J. Oil analysis basics / J. Fitch, D. Troyer. 2 Ed. – Tulsa: Noria Corporation, 2010. – 198 p. – Text: Electronic.
2. Зорин, В.А. Основы работоспособности технических систем: учебник для вузов / В.А. Зорин – Москва: ООО «Магистр-Пресс», 2005. – 536 с. – Текст: непосредственный.
3. Ковальский, Б.И. Методология контроля и диагностики смазочных материалов, как элементов систем приводов многокомпонентных машин: дисс. ... д-ра техн. наук: 05.02.02 / Б.И. Ковальский. – Красноярск, 2005. – 417 л. – Текст: непосредственный.
4. Лопатко, О.П. Методика оценки противоизносных свойств рабочих жидкостей объемных гидроприводов машин / О.П. Лопатко, В.Б. Арсенов. – Минск: Институт проблем надежности и долговечности машин АН БССР, 1978. – 47 с.

– Текст: непосредственный.

5. Standard Test Method for Determination of Water in Petroleum Products, Lubricating Oils, and Additives by Coulometric Karl Fischer Titration: ASTM D6304-20. – ASTM International, West Conshohocken, PA, 2020. – 10 p. – Text: Electronic.

6. Остриков, В.В. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учебное пособие / В.В. Остриков [и др.]. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 304 с. – Текст: непосредственный.

7. Fitch, J.C. The Lubrication Field Test and Inspection Guide / J.C. Fitch // Noria Corporation. – 2000. – 36 p. – Text: Electronic.

УДК 631.3-6

ЭКСПРЕСС-МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ИЗМЕНЕНИЯ ВЯЗКОСТИ МОТОРНОГО МАСЛА РАБОТАЮЩЕГО ДВС

Остриков Виталий Викторович, студент

Ковалевич Евгений Васильевич, студент

Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., к.т.н., доцент

Закревский Игорь Владимирович, науч. рук., ст. преподаватель

УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Аннотация: проведен анализ устройств и приспособлений для контроля вязкости моторного масла. Изготовлен компаратор вязкости и обоснована его работа.

Ключевые слова: вязкость, экспресс-методы, компаратор, моторное масло, ДВС

Вязкость – показатель качества масла, от которого значительно зависит режим смазки пар трения, противоизносные свойства, отвод тепла от рабочих поверхностей и уплотнения зазоров, величина энергетических потерь в двигателе [1, 2]. Вязкость масла является обобщающим показателем его качества. Вязкость работающего моторного масла в отличие от большинства других его показателей качества может как увеличиваться, так и уменьшаться, достигая верхнего или нижнего предельного состояния.

Снижение вязкости масла возможно при его загрязнении топливом и маслом меньшей вязкости, у всесезонных масел, кроме того, оно возможно в результате потери работоспособности вязкостных присадок.

При работе ДВС вязкость масла повышается из-за его загрязнения механическими примесями, добавления масла большей вязкости, попадания воды и охлаждающей жидкости, а также в результате температурной деструкции масла при его перегреве. Загущение масла выше предельного значения затрудняет холодный пуск ДВС, обуславливает снижение объема

масла, подаваемого масляным насосом, что, в свою очередь, приводит к уменьшению отвода тепла от пар трения. В результате ухудшения условий смазывания возникают задиры не только у деталей цилиндропоршневой группы и кривошипно-шатунного механизма, но и на рабочих поверхностях распределительного вала и других узлов трения.

Для определения вязкости работающего моторного масла в мировой практике применяются различные экспресс-тестеры, позволяющие произвести сравнительную оценку изменения его вязкости по сравнению со свежим [3-5]. Так, известный прибор *Visgage* (рисунок 1) включает в себя две параллельные трубки, одна из которых заполняется свежим маслом, а другая – работающим [3]. В каждой трубке расположен стальной шарик. Устройство располагают под углом 25-30°, позволяя шарикам перемещаться сверху вниз. Когда первый шарик достигает дна, устройство возвращают в горизонтальное положение и фиксируют положение второго шарика. Значение вязкости работающего масла считывают по шкале, нанесенной непосредственно на приборе.



Рисунок 1 – Вискозиметр *Visgage* (США)

Стоимость вискозиметра *Visgage* составляет 445 \$ США.

Вискозиметр *Kittiwake* [4] (рисунок 2) позволяет определять кинематическую вязкость (0–500 сСт) испытуемого масла при 40° С, 50° С или 100° С, значения которой автоматически выводятся на дисплей прибора.



Рисунок 2 – Внешний вид вискозиметра *Kittiwake*

Экспресс-тестер вязкости *Mobil ServSM Flostick* [5] (рисунок 3) позволяет оценивать вязкость масла в полевых условиях при комнатной температуре без применения термометров и секундомеров путем сравнения вяз-

кости работающего масла с вязкостью свежего. В настоящее время он широко используется для проверки любого масла от легких шпindelных до моторных и трансмиссионных.



Рисунок 3 – Внешний вид экспресс-тестер вязкости *Mobil ServSM Flostick*

Стоимость экспресс-тестера вязкости *Mobil ServSM Flostick* составляет 69 \$ США.

Несмотря на простоту использования приведенных выше экспресс-тестеров вязкости их приобретение в Республике Беларусь и странах СНГ не представляется возможным. В связи с этим, нами в БГАТУ разработан и изготовлен компаратор вязкости (рисунок 4), позволяющий произвести сравнение вязкости работающего и свежего масел по скоростям их течения по измерительным каналам.



Рисунок 4 – Внешний вид компаратора вязкости

Работа компаратора теоретически обоснована решением задачи течения жидкости по наклонной поверхности (рисунок 5).

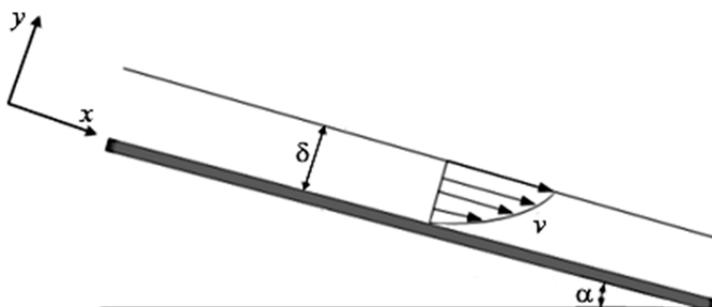


Рисунок 5 – Схема течения жидкости по наклонной поверхности:
 δ – толщина слоя жидкости; v – распределение скоростей течения по толщине слоя;
 α – угол наклона поверхности

Средняя скорость течения жидкости по наклонной поверхности v_{cp} может быть определена с помощью зависимости [6]:

$$v_{cp} = \frac{\rho g \delta^2 \sin \alpha}{3\mu}, \quad (1)$$

где ρ – плотность жидкости кг/м^3 ; g – ускорение свободного падения, м/с^2 ; μ – вязкость жидкости, $\text{Па}\cdot\text{с}$.

Рассмотрим течение двух жидкостей с различной вязкостью μ_1 и μ_2 и различными средними скоростями течения v_{cp1} и v_{cp2} по наклонной плоскости.

За один и тот же промежуток времени t первая жидкость переместится на расстояние x_1 , а вторая – x_2 . Полагая, что $v_{cp1} = x_1/t$, а $v_{cp2} = x_2/t$, а плотности жидкостей приблизительно равны ($\rho_1 \approx \rho_2 = \rho$), уравнение (1) можно представить:

$$x_1 = \frac{\rho g \delta^2 \sin \alpha}{3\mu_1} t; \quad (2)$$

$$x_2 = \frac{\rho g \delta^2 \sin \alpha}{3\mu_2} t. \quad (3)$$

Используя выражения (2) и (3) определим относительную разность вязкостей двух жидкостей:

$$\frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1} = \frac{x_2 - x_1}{x_2}. \quad (4)$$

Таким образом, исходя из полученного выражения (4), можно прийти к заключению, что относительная вязкость жидкостей может быть определена исходя из значений длин расстояний течения по наклонной поверхности двух жидкостей с различной вязкостью за один и тот же промежуток времени.

Выражение (4) позволяет сравнить вязкости двух моторных масел, например, свежего и работающего с использованием разработанного компаратора вязкости.

На основе теоретически обоснованной задачи течения жидкости по наклонной поверхности нами разработана методика определения вязкости в полевых условиях с использованием компаратора вязкости.

Список литературы

1. Васильева, Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы: учебник для вузов / Л.С. Васильева. – Москва: Транспорт, 1986. – 279 с. – Текст: непосредственный.
2. Dasbach, T. How to determine engine oil quality / T. Dasbach, T.W. Selby. – Machinery Lubrication. – 2015. – № 12. – Text: Electronic.
3. Norvelle, F.D. Visgage Viscosity Comparator Determines Fluid Viscosity / F.D. Norvelle. – Text: Electronic.

- // Practicing Oil Analysis [сайт]. – URL:
<https://www.machinerylubrication.com/Read/692/visgage-viscosity>.
4. Kittiwake Heated Viscometer / Your Global Distribution Specialists. – Electronic resource. – 2021. – Mode of access: <http://dsi-ltd.com/Product-Heated-Viscometer.asp>. – Text: Electronic.
5. Mobil Serv Viscosity Test Kit (Flostick) / Your Global Distribution Specialists. – Text: Electronic. – 2021. – Mode of access: <http://dsi-ltd.com/Product-Viscosity-Test-Kit-%28Flostick%29.asp>
6. Bird, R.W. Transport Phenomena / R.W. Bird, W.E. Stewart, E.N. Lighfoot. – 2nd ed. – New York: John Wiley & Sons, 2002. – 897 p. – Text: Electronic.

УДК 631.3-6

ЭКСПРЕСС-ТЕСТИРОВАНИЕ МОТОРНОГО МАСЛА МЕТОДОМ «КАПЕЛЬНОЙ ПРОБЫ»

Остриков Виталий Викторович, студент
Ковалевич Евгений Васильевич, студент
Корнеева Валерия Константиновна, науч. рук., к.т.н., доцент
Закревский Игорь Владимирович, науч. рук., ст. преподаватель
УО Белорусский ГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

***Аннотация:** представлена методика реализации метода «капельной пробы», позволяющая оценить моюще-диспергирующие свойства моторного масла, степень загрязненности сажей и механическими примесями, а также топливом.*

***Ключевые слова:** моторное масло, «капельная проба», хроматограмма, электротигель*

Моюще-диспергирующие свойства (МДС) масла, присущие только моторным маслам, определяются введением в базовое масло моющих, диспергирующих и стабилизирующих присадок.

Моющие присадки (детергенты) предотвращают образование нерастворимых загрязнений в масле, препятствуют образованию их отложений на поверхности деталей ДВС и обеспечивает удаление этих загрязнений. Диспергирующие присадки (дисперсанты) обеспечивают и поддерживают в мелкодисперсном состоянии продукты старения масла и неполного сгорания топлива, тем самым препятствуя образованию шлама. Стабилизирующие присадки восстанавливают и стабилизируют высокотемпературную вязкость моторного масла, обеспечивают защиту узлов трения двигателя при высоких нагрузках, предотвращает падение вязкости моторного масла при частых пусках холодного двигателя. Для обеспечения длительной работы ДВС необходимо, чтобы эти присадки в работающих маслах не толь-

ко поддерживали во взвешенном состоянии мелкодисперсные нерастворимые в масле примеси, но и выносили из трибосопряжений продукты износа и абразивные частицы, тем самым предотвращая рост вязкости масла за счет уменьшения количества нерастворимых в масле продуктов.

Основными причинами потери работоспособности этих присадок являются: загрязнение масла охлаждающей жидкостью, разбавление масла топливом, загрязнение масла нерастворимыми механическими примесями в количестве, превышающем возможности действия присадок.

Снижение МДС (потеря работоспособности моющих, диспергирующих и стабилизирующих присадок) приводит к увеличению размеров (коагуляции) частиц нерастворимых загрязнений и их отложению на поверхности деталей ДВС, в том числе газораспределительного механизма, маслопроводов, а также происходит их осаждение в виде низкотемпературного шлама на дно картера. Одновременно эти процессы снижают эффективность отвода тепла от деталей шатунно-поршневой группы, что приводит к ухудшению их смазывания и повышению вероятности задира рабочих поверхностей трибосопряжений. Масло, утратившее МДС, не может обеспечить выполнение требований, предъявляемых к моторным маслам, а, следовательно, функционирование ДВС в штатном режиме, и должно быть признано неработоспособным.

Одним из наиболее распространенных и простых методов определения МДС и загрязненности моторного масла является метод «капельной пробы» – метод *Blotter Spot*, заключающийся в нанесении капли работающего масла на фильтровальную бумагу и последующем анализе полученного масляного пятна.

При впитывании капли масла в индикаторную бумагу наблюдается открытый в 1903 русским ученым М.С. Цветом хроматографический эффект [1], а точнее – его разновидность, относящаяся к технологии распределительной хроматографии. За исследования в области распределительной хроматографии, описанной в 1944 г., американские ученые Мартин и Сендж получили Нобелевскую премию. Именно эта технология и используется в экспресс-тестах компании *MOTORcheckUP*. Сам метод «капельной пробы» был разработан компаний *Shell* в 1948 г. непосредственно для оценки качества моторного масла и назван *Blotter Spot*.

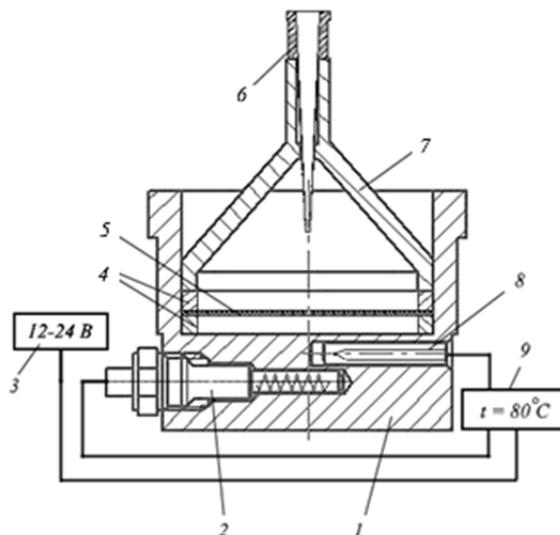
Метод *Blotter Spot* является наиболее информативным органолептическим методом исследования состояния работающего моторного масла непосредственно в полевых условиях. На бумажной хроматограмме в сформированном масляном пятне выделяют четыре зоны [2]: зона ядра; зона диффузии; зона воды; зона топлива.

Для реализации метода «капельной пробы» при определении МДС моторного масла нами разработано устройство (рисунок 1), состоит из цилиндрического тигля 1 с внутренней цилиндрической полостью, электронагревателя в виде свечей накаливания 2, термопары 8 и аккумулятора 3,

подключенных к системе контроля и регулирования температуры 9 в тигле 1, набора держателей бумаги 4 в виде колец, между которыми размещена фильтровальная бумага 5, фиксатора капельницы 7 с отверстием для жесткого крепления капельницы 6 по центру цилиндрического тигля 1 на фиксированном расстоянии от фильтровальной бумаги 5, фиксатор капельницы 7 установлен как минимум на двух держателях бумаги 4, между которыми располагается фильтровальная бумага 5, при этом наружные диаметры фиксатора капельницы 7 и держателей бумаги 4 равны внутреннему диаметру полости цилиндрического тигля 1.



a



б

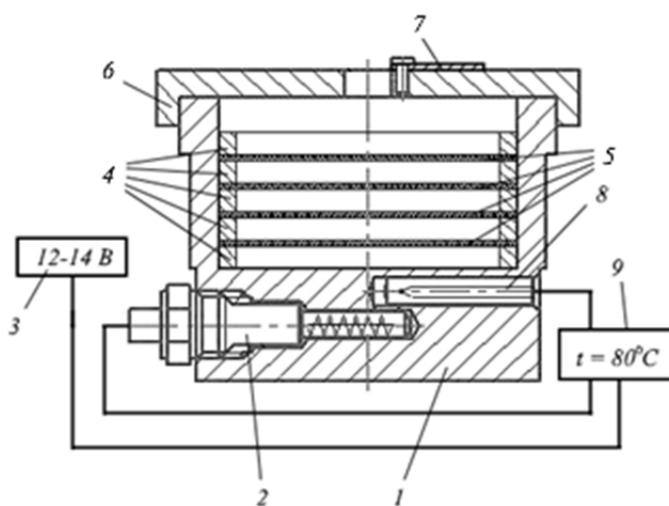
Рисунок 1 – Электротигель для реализации экспресс-теста определения МДС моторного масла (нанесение капли):

a – внешний вид; *б* – схема

Для получения хроматограмм методом «капельной пробы» при определении МДС моторного масла устройство (рисунок 2) состоит из цилиндрического тигля 1 с внутренней цилиндрической полостью, электронагревателя в виде свечей накаливания 2, термопары 8 и аккумулятора 3, подключенных к системе контроля и регулирования температуры 9 в цилиндрическом тигле 1, крышки 6 с центральным отверстием и заглушкой 7 открывающей центральное отверстие, набора держателей бумаги в виде колец 4, между которыми располагается фильтровальная бумага 5.



a



б

Рисунок 2 – Электротигель для реализации экспресс-теста определения МДС моторного масла (получение хроматограмм): *a* – внешний вид; *б* – схема

Для реализации метода «капельной пробы» при определении МДС моторного масла устанавливают на дно цилиндрического тигля *1* два кольца держателя бумаги *4*, между которыми располагают фильтровальную бумагу *5*, устанавливают на верхнее кольцо держателей бумаги *4* фиксатор капельницы *7* с отверстием для жесткого крепления капельницы по центру цилиндрического тигля *1* на фиксированном расстоянии от фильтровальной бумаги *5*, равном 12,5 мм, при помощи капельницы *6* наносят каплю моторного масла объемом 15 мкл (см. рисунок 1). Удаляют фиксатор капельницы *7* и капельницу *6* из цилиндрического тигля *1*, на верхнем кольце держателей бумаги *4* располагают фильтровальную бумагу *5* и третье кольцо держателей бумаги *4*, устанавливают на него фиксатор капельницы *7* и капельницу *6* и аналогично наносят каплю моторного масла. В рассматриваемом примере устройство позволяет разместить в цилиндрическом тигле *1* четыре образца фильтровальной бумаги *5* между пятью кольцами держателей бумаги *4*. Закрывают цилиндрический тигель *1* крышкой *6* с центральным отверстием и заглушкой *7*, открывающей центральное отверстие, устанавливают систему контроля и регулирования температуры *9* на температуру 80 ± 5 °С (см. рисунок 2). Время установления температуры цилиндрического тигля *1* до заданной температуры составляет 4 мин. Процесс формирования хроматограмм на фильтровальной бумаге *5* осуществляется в течение 30–40 мин.

Исследования по разработанной методике с использованием новой оснастки к универсальному электротиглю проводили на моторном масле марки Лукойл Авангард с наработкой 0, 30, 100 и 150 ч. Полученные хроматограммы представлены на рисунке 3.

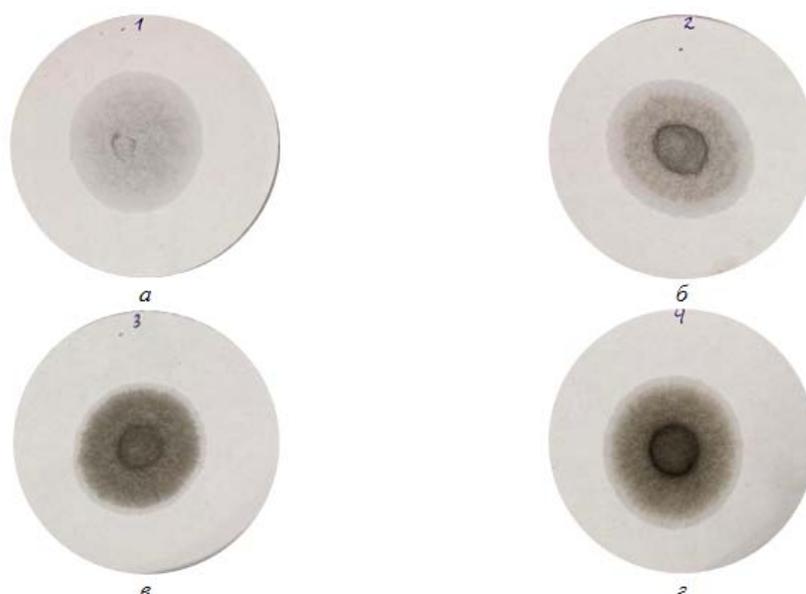


Рисунок 3 – Хроматограммы моторного масла марки Лукойл Авангард 10W40 с различной наработкой:
а – 0 ч; б – 30 ч; в – 100 ч; г – 150 ч

На полученных хроматограммах (рисунок 4) измеряли диаметры ядра и диффузионной зоны и проводили оценку моюще-диспергирующих свойств по показателю диспергирующей способности ДС моторного масла по формуле:

$$ДС = 1 - \frac{d^2}{D^2},$$

где d – диаметр ядра; D – диаметр диффузионной зоны.

Результаты расчета диспергирующей способности марки Лукойл Авангард 10W40 представлены в таблице.

Таблица 1 – Диспергирующая способность ДС моторного масла марки Лукойл Авангард 10W40 от наработки

Наработка, ч	0	30	100	150
ДС	1,00	0,77	0,65	0,62

Анализ полученных результатов (таблица 1) показывает, что исследуемые масла являются работоспособными по показателю диспергирующей способности.

Анализ изменения интенсивности цвета ядра и зоны диффузии с увеличением наработки моторного масла (см. рисунок 3) свидетельствует о повышении количества сажи, продуктов срабатывания присадок, нерастворимых продуктов окисления и механических частиц различного происхождения.

На рисунке 4 представлены хроматограммы моторного масла при рассмотрении «на просвет».

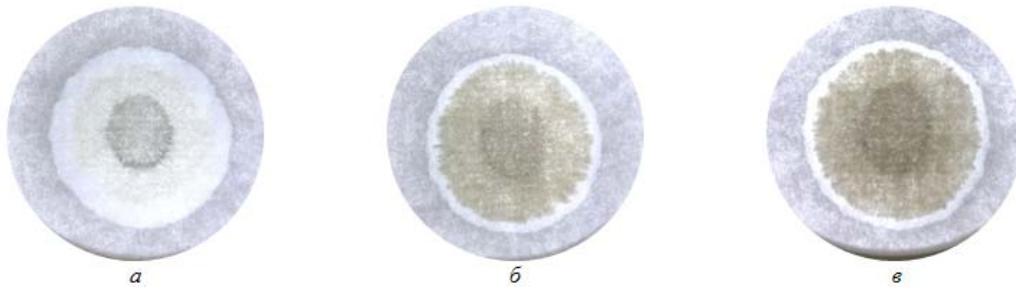


Рисунок 4 – Хроматограммы «на просвет» моторного масла марки Лукойл Авангард 10W40 с различной наработкой: а – 30 ч; б – 100 ч; в – 150 ч

Отсутствие светлого ореола (рисунок 5, а), окружающего зону диффузии, свидетельствует об отсутствии топлива в моторном масле с наработкой 30 ч, а его присутствие (рисунок 5, б, в) – о наличии топлива. Чем больше толщина ореола, тем больше топлива в моторном масле.

Полученные результаты по наличию топлива в моторном масле позволяют сделать заключение о нарушении работы топливной системы.

Разработанная методика экспресс-тестирования моторного масла методом «капельной пробы» с применением универсального электротигля с разработанными новыми приспособлениями может быть рекомендована для использования в полевых условиях АПК.

Список литературы

1. Реактивы. Метод бумажной хроматографии: ГОСТ 28365-89. – Введ. 01.01.91. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 8 с. – Текст: непосредственный.
2. Патент 2649095. Российская Федерация. Способ и устройство для анализа масел и технических рабочих жидкостей и для квалифицированной оценки рабочих состояний элементов: – Оpubл. 29.03.2018 / Г. Хорстмейер. – Текст: непосредственный.

УДК 621.923

ПРИМЕНЕНИЕ СИНЕРГИЧЕСКОГО ПОДХОДА ДЛЯ МАГНИТНО-АБРАЗИВНОЙ ОБРАБОТКИ СЛОЖНОПРОФИЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

*Руселевич Марк Леонидович, студент-бакалавр
Сергеев Леонид Ефимович, науч. рук., к.т.н., доцент
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь*

Аннотация: уровень проведенных исследований магнитно-абразивной обработки сложнопровильных поверхностей позволил разра-

ботать технологии, основанные на использовании индукторов на постоянных магнитах и больших кольцевых зазорах, которые во многом уступают аналогичным технологиям обработки изделий, ограниченных плоскостями и линейчатыми поверхностями тел вращения, что связано с низкой производительностью и высоким затратным механизмом обработки. Проведенный анализ схем данной обработки показал, что актуальным и перспективным направлением магнитно-абразивной обработки сложнопрофильных поверхностей тел вращения, к которым относится осевой металлорежущий инструмент (сверла, концевые фрезы, развертки), обладающих высокой производительностью и универсальностью, является способ, основанный на синергическом подходе. Это обусловлено тем, что выявляются наиболее важные стороны каждого из компонентов рабочей технологической среды (электромагнитное поле, ферроабразивный порошок, смазочно-охлаждающие технологические средства) и обеспечивается интенсификация процесса на основе их самоорганизации.

Ключевые слова: *магнитно-абразивная обработка, ферроабразивный порошок, индукторы на постоянных магнитах, электромагнитная система, диполь-дипольное взаимодействие, электромагнитное поле*

К одному из перспективных способов финишной обработки сложнопрофильных поверхностей тел вращения, имеющих полузакрытые полости (сверла, концевые фрезы, развертки и т. п.), которые широко используются в ремонтно-обслуживающем производстве АПК, относится магнитно-абразивная обработка (МАО), которая совмещает достоинства процессов резания электроэрозионной и электрохимической обработки. Необходимость роста качества обработки обусловила появление следующих методов МАО: применение индукторов на постоянных магнитах (ИПМ) и использование больших кольцевых зазоров. Формообразование сложнопрофильных поверхностей тел вращения, аппроксимируемых кривыми 2÷4 порядка, обеспечивается либо геометрией режущего инструмента, либо кинематикой технологического оборудования. В соответствии с первым вариантом формообразования сложнопрофильных поверхностей геометрию полюсных наконечников на основе ИПМ нужно выполнить эквидистантно обрабатываемой (метод копирования). Во втором случае решение данной задачи для формирования 3D геометрического образа сложнопрофильных поверхностей тел вращения, предусматривает разработку математической модели многокоординатной обработки, что требует обоснования выбора параметров управления процесса, разработки алгоритма и расчетных программ корректировки погрешности обработки (метод адаптивного). В схемах МАО роль режущего инструмента выполняет порция ферроабразивного порошка (ФАП), а заготовку для обработки размещают между полюсами электромагнитных систем (ЭМС) или ИПМ, либо рядом с ними [1–3].

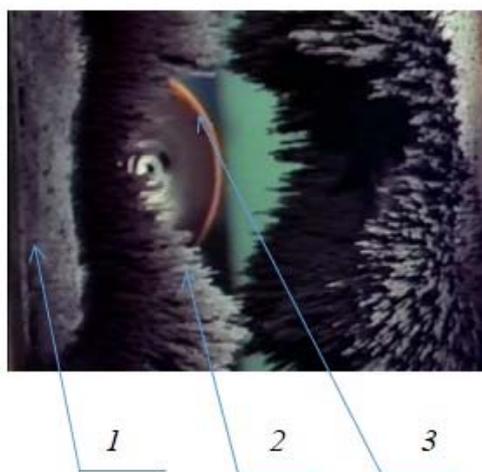


Рисунок 1 – Фотография ферроабразивной «щетки» в рабочей зоне
 1 – полюсный наконечник; 2 – ферроабразивный порошок; 3 – деталь

Установлено, что зерна ФАП, при воздействии электромагнитного поля или постоянных магнитов объединяются в цепочечные структуры, вытянутые вдоль линий напряженности поля или магнитов типа голова-хвост, поскольку они наиболее энергетически выгодны, рисунок 1. Используя построенную модель гибких цепочек, определяется структура кластеров ФАП в магнитном поле в результате диполь-дипольного взаимодействия, которые имеют в случае голова-хвост линейно стержнеобразную форму, рисунок 2 а. При наличии в рабочей зоне зерен ФАП различной размерности происходит образование рыхлых фрактальных кластеров по причине их перекрестного взаимодействия. Вследствие данного взаимодействия магнитных моментов осуществляется объединение ферроабразивных зерен различной размерности в многоцепочечные структуры, которые ориентируются вдоль вектора напряженности поля. Однако подавляющая часть более мелких зерен находится в неагрегированном состоянии, рисунок 2 б.

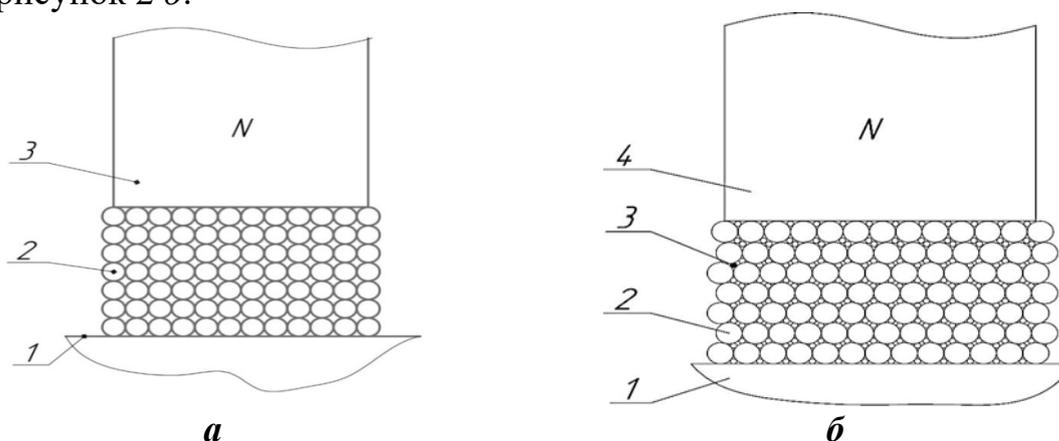


Рисунок 2 – Модель формирования ферроабразивной «щетки» из гибких цепочек: 1 – деталь; 2 – зерна ФАП размера 1; 3 – зерна ФАП размера 2; 4 – полюсный наконечник
 а – линейно стержнеобразная форма; б – фрактальные кластеры

Это требует повышения напряженности электромагнитного поля (ЭМП) или ИПМ, поскольку в противном случае данная часть мелких зерен переносится из одного рабочего зазора в другой, что характерно для схемы больших кольцевых зазоров или в случае ИПМ теряется безвозвратно. Изготовление магнита требуемой формы для ИПМ осуществляется в намагниченном состоянии на электроискровом станке методом копирования, и часть дорогостоящего материала магнита отправляется в отходы. По причине нарушения сплошности увеличивается рассеивание магнитного потока, уменьшается магнитная индукция на полюсных наконечниках и возникает неопределенность ее распределения в рабочей зоне, что резко снижает эффективность съема материала. Одна из основных проблем постоянных магнитов заключается в том, что при температуре 80 °С происходит их частичное или полное размагничивание, в результате чего нарушается функциональное действие ИПМ [4].

Для устранения данного недостатка требуется применение смазочно-охлаждающих технологических средств (СОТС), что при обеих схемах обработки методом ИПМ резко повышает их расход. По этой причине ряд исследователей вынужден использовать либо стеарат цинка, либо 48 %-й раствор эмульсола [5,6]. Однако СОТС высокой вязкости для удерживания ФАП препятствуют переориентации зерен под действием сил магнитного поля и, как следствие, самозатачиванию режущего инструмента при МАО. Радиус режущих вершин, контактирующих с заготовкой зерен, увеличивается, а отсутствие перемешивания зерен приводит к быстрому снижению интенсивности резания. Метод адаптирования предполагает нахождение сечения модели на заданной высоте и построение к нему эквидистанты, удаленной на радиус инструмента (рисунок 3, в), являющейся траекторией движения инструмента.

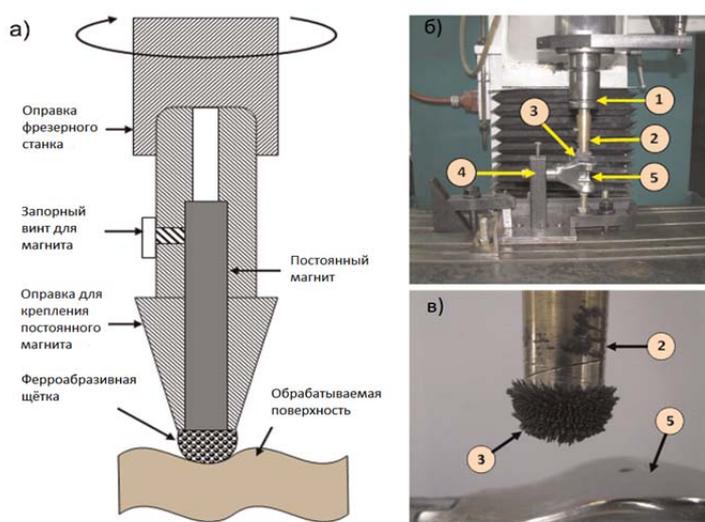


Рисунок 3 – Схема МАО эндопротеза коленного сустава [6]

a – схема индуктора на постоянных магнитах; *б* – установка для МАО;

в – фотография рабочей зоны 1 – оправка; 2 – индуктор; 3 – ферроабразивная «щетка»;

4 – держатель для эндопротеза; 5 – эндопротез

Производство деталей по методу адаптирования связано с высокой трудоемкостью, требует разработки программ и использования многокоординатных станков с ЧПУ.

Данные, полученные при анализе поведения зерен ФАП по схеме больших кольцевых зазоров в зоне обработки, носят ограниченный характер и позволяют определить либо форму уплотненной зоны вблизи обрабатываемой поверхности [2], либо амплитуду распространения уплотненного фронта [3]. Не исследованными являются процессы формирования и особенности распространения уплотненной зоны, образующейся перед деталью, демпфирования возмущений в ФАП, создаваемых обрабатываемой деталью, в зависимости от условий его структурирования при изменении габаритов деталей, а значит и изменения величины зазоров между обрабатываемой поверхностью и поверхностью полюсных наконечников, формирующих большие кольцевые зазоры.

Приведенные результаты в [7] показали, что наибольшее давление имеет место при использовании в МАО порошков с размером зерен $300\div 400$ мкм. Наличие подобного экстремума автор объясняет уменьшением числа реальных пятен контакта зерен ФАП с единицей площади обрабатываемой поверхности, что подтверждено прямыми измерениями в [8]. Указанные различия объясняется тем фактом, что экспериментальные исследования были выполнены в условиях разных больших кольцевых зазоров [3] при различных режимах обработки и видах ФАП. Установлено [2], что при напряженности магнитного поля 80 кА/м имеет место преимущественное уплотнение ФАП в непосредственной близости от обрабатываемой поверхности в зонах, расположенных возле полюсных наконечников. Формирование уплотненных зон вблизи поверхности полюсных наконечников объясняется тем, что цепочечные формирования, образующиеся в средней части рабочих зазоров, недостаточно прочные и устойчивые, рисунок 4.



Рисунок 4 – Фотография рабочей зоны при реализации схемы больших кольцевых зазоров

1 – внутренний полюсный наконечник; 2 – ферроабразивная щетка;
3 – наружный полюсный наконечник

Анализ режущего инструмента в рабочих зонах рабочих зазоров, выполненный по определению степени уплотнения в отдельных участках зон

обработки, показывает, что не выявлены особенности образования, формирования и движения зерен ФАП перед деталью, образования уплотненной зоны, фронта и характера ее распространения. Отсутствие требуемого информативного объема о распределении магнитной индукции в рабочем зазоре приводит к эмпирическому подходу при использовании процесса съема материала, который заключается либо в росте опытно-экспериментальных работ по поиску оптимальной схемы обработки, либо в резком увеличении мощности технологического оборудования для обеспечения необходимого давления режущего инструмента в рабочей зоне.

Синергический подход, выявляющий наиболее важные стороны каждого из компонентов рабочей технологической среды РТС (СОТС, ФАП, ЭМП) обеспечивает интенсификацию МАО сложнопрофильных поверхностей тел вращения на основе их самоорганизации. Путем оптимизации основных параметров как механизма самоорганизации, которые описываются регрессионными моделями, основанными на многофакторном планировании экспериментов, получены рациональные диапазоны режимов обработки, которые обеспечивают расположение зерен ФАП не хаотично, а по строго ориентированным цепочкам. Использование рациональных режимов обработки приводит к самоорганизации цепочек зерен ФАП, которые при заданных ограничениях производят целенаправленное микрорезание при реализации принципа самозатачивания. Осуществление процесса микрорезания постоянно обновляющимися режущими кромками зерен ФАП на основании предлагаемых режимов МАО обеспечивает интенсификацию массы срезаемого металла и качества обработки.

Список литературы

1. Ящерицын, П.И. Обработка изделий со сложным профилем в магнитном поле / П.И. Ящерицын, Т.Л. Деев, Л.М. Кожуро. – Текст: непосредственный // Вестник машиностроения. – 1994. – №3. – С. 42-44.
2. Майборода, В.С. Кинетика формирования микропрофиля поверхности режущего инструмента при магнитно-абразивной обработке / В.С. Майборода, Н.В. Ульяненко. – Текст: непосредственный // Вісник СумДУ. – 2003. – № 2. – С. 104-111.
3. Майборода, В.С. Применение магнитно-абразивной обработки для упрочнения режущего инструмента / В.С. Майборода. – Текст: непосредственный // Вестник ЖДТУ. – 2003. – № 3 (27). – С. 22–31.
4. Хомич, Н.С. Магнитно-абразивная обработка изделий / Н.С. Хомич. – Минск: БНТУ, 2006. – 218 с. – Текст: непосредственный.
5. Pattanaik, L.N. Development of Magnetorheological Finishing Process for Freeform Surfaces / L.N. Pattanaik, H. Agarwal. – Text: direct // International Journal of Advanced Mechanical Engineering. – 2016. – Vol. 4. – №6. – P. 611-618.
6. Sidpara, A. Nano Finishing of Freeform Surfaces of Prosthetic Knee Joint

Implant Proceedings of Institution of Mechanical Engineering / A.M. Sidpara, V.K. Vain. – Text: direct // Journal of Engineering Manufacture. – 2012 – Vol. 226. – № 11. – P. 1883-1846.

7. Устройство для магнитно-абразивной обработки: а. с. 537796 СССР, МПК В 24 В 31/10 / И. Х. Хайруллин, Н. К. Потапчук, Ю. В. Афанасьев, Ш. Г. Исмагилов; Уфим. авиац. ин-т им. Орджоникидзе. – № 2114298/08; заявл. 18.03.75; опубл. 11.03.77 // Открытия. Изобретения. – 1977. – № 45. – 3 с. – Текст: непосредственный.

8. Гаврушкевич, А.Ю. Анализ кинематики магнитно-абразивной обработки цилиндрических зубчатых колес в кольцевой ванне / А.Ю. Гаврушкевич, В.Н. Гейчук. – Текст: непосредственный // Машиностроение: сетевой электронный научный журнал, 2015. – Т. 3. – № 1. – С. 21-29.

УДК 631.2

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ КАЧЕСТВА ОСВЕЩЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОДА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ДОСВЕЧИВАНИЕМ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕПЛИЦАХ

*Ситчихин Максим Андреевич, студент-бакалавр
Адакин Роман Дмитриевич, науч. рук., доцент
ФГБОУ ВО Ярославская ГСХА, г. Ярославль, Россия*

Аннотация: данная статья посвящена разработке программы (программный код на языке ST – Structured Text), позволяющую регулировать яркость, длительность свечения светильников, управлять цветом спектра светильника в зависимости от вида возделываемых культур.

Ключевые слова: Освещения, досвечивания, промышленные теплицы, светильники, автоматизированные системы управления освещением, программа на языке ST, MasterSCADA 4D

Введение. Сейчас в первую очередь стоит в планах это автоматизация сельскохозяйственных промышленности и сельскохозяйственных фермах, для облегчения работы. Также в промышленных теплицах используют автоматический полив, освещение, также автоматическое закрытие и открытие дверей и окон в теплицах. Для получения результата в виде выращенных плодов требуется приложить немало времени и физических усилий, осуществив комплекс агротехнических мероприятий.

Облегчают труды автоматические промышленные теплицы, в которых все действия необходимые для выращивания растений выполняются по программе, управляющей специальными устройствами практически без участия человека.

На сегодняшний день в сельском хозяйстве широко применяют до-

свечивание растений и культур в промышленных теплицах. В периоды года, когда световой день короткий, применение системы досвечивания позволяет получать больше урожая. Благодаря использованию досвечивания стебель растения быстрее растет, развивается и полнее наливаются плоды. В промышленных теплицах используют различные комбинации спектров освещения, такие как белый совместно с красным, красный совместно с синим, красный совместно с красным дальним. Регулировку яркости освещения производят путем перемещения светильника по высоте.

В статье [2] рассмотрены вопросы досвечивания в промышленных теплицах, и указано, что для каждой культуры в отдельности требуется определенное количество световой энергии в день, например, для томата – 1500 Дж. В зависимости от световой зоны России и текущего месяца поступающая к культурам солнечная радиация, Дж различается по количеству, соответственно для каждой культуры необходимо восполнить этот недостаток.

Актуальность

Рассмотрим недостатки в существующих систем досвечивания:

1. Не используется автоматизированной регулировки продолжительности освещения в зависимости от вида культур;
2. Не используется изменение яркости освещения светильников с помощью цифрового управления;
3. Нет программы по управлению изменением цвета спектра светильника в зависимости от фазы созревания растения;
4. Нет программы обеспечивающей возможность введения коэффициентов, характеризующих диапазон цвета свечения светильника, определяемых и подстраиваемых опытным путем;

Вышеперечисленные недостатки позволяют нам сделать вывод о том, что существующие системы освещения и досвечивания не могут обеспечить в полной мере высокую урожайность, поскольку не доукомплектованы специализированным программным обеспечением. Поэтому работа является актуальной, поскольку направлена на создание программного обеспечения ПО, позволяющего регулировать освещение в широком диапазоне, согласно потребности растений.

Для выполнения поставленной цели были реализованы следующие задачи, которые планируется реализовать на светодиодных лентах: Разработать программный код на языке ST реализующий функцию управления времени включения и выключения освещения для различных культур, так же программный код на языке ST реализующий функцию управления яркостью светильников, программный код на языке ST позволяющий вводить коэффициенты, отвечающие за длину световой волны, а соответственно и за цвет освещения.

Методы и материалы. Обозначим главные факторы, которые влияют на рост растений и культур, которые следует учитывать при разработке

программы:

- Время (длительность) освещения в течение дня;
- Яркость освещения;
- Цвет освещения.

Если обеспечить точную и необходимую вариацию этих трёх факторов в требуемых диапазонах для каждой культуры и растения в отдельности, то мы получим максимальные урожаи.

Растения делятся на растения длинного светового дня 10...14 часов световой день и короткого – 8...10 часов световой день [4]. Растениям длинного светового дня требуется освещение намного больше по времени, в отличие от растений короткого светового дня. Первый пункт в нашей программе учитывает временной фактор для различных растений, рис. 1, на котором показано к каким группам относятся различные растения. В случае нехватки солнца программа включает освещение на требуемый период. Культурам необходим отдых без света 5...6 часов.



Рисунок 1 – Окно программы с выбором длины светового дня

Следующий пункт нашей программы имеет возможность регулировать яркость светильников. Это возможно при использовании в программе стандартных блоков – инкрементов, или по-другому блоки, позволяющие изменять значение на определенный шаг стрелочками.

Существует несколько видов тепличных ламп:

- обычные лампы накаливания (дают излишнее излучение неблагоприятного для растений света);
- ртутные (дают дополнительный нагрев помещения);
- натриевые (дают высокую светотдачу желто-оранжевого спектра, что положительно влияет на цветение и плодоношение растений);
- галогенные (наиболее точно повторяют спектр естественного освещения);
- светодиодные (дают полезное излучение синего и красного спектра).

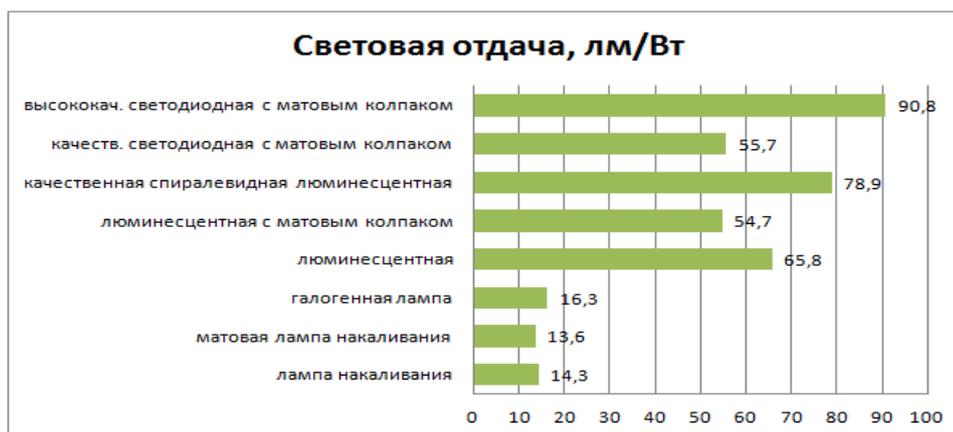


Рисунок 2 – Светоотдача разных типов ламп

Используемые лампы как показала практика – это натриевые лампы, так как имеют большинство достоинств. Отличается доступной стоимостью и экономичностью, обладает прекрасной светоотдачей и теплоотдачей, поэтому можно значительно сэкономить на обогреве теплицы в холодное время года, КПД такого светильника порядка 30%. Но минус натриевой лампе это в сильном нагревании, поэтому они весьма небезопасны для растений.

Светодиодные лампы и ленты очень широко используются в промышленных теплицах. Экономный энергозатрат. Более насыщенный световой поток в сравнении с другими модификациями ламп. Стабильность параметров подсветки на весь заданный период. Долговечность – качественные светодиодные приборы способны работать до 100 тыс. часов. Почти 100% –ый КПД. Минимальные параметры пульсации. Полная экологическая безопасность. Отсутствие в излучении вредного для растений ультрафиолетовой и инфракрасных компонент спектра. Высокая влагостойкость и термостойкость. Диодное освещение практически не выделяет тепла и не влияет на микроклимат помещения теплицы [2, 3].

Программа MasterSCADA 4D это – продукт нового поколения SCADA – систем. В нем, по сравнению с предыдущей версией, существенно расширены инструменты по созданию крупных распределенных систем с возможностью использования технологий. Передает установочные значения яркости на заранее настроенный OPC – server, а он в свою очередь на контроллер mega – 2650. С ШИМ (широтно-импульсная модуляция) выхода контроллера значение подается на микросхему-диммер, которая определяет нулевое значение переменного тока как базовое отсчетное время и позволяет срезать часть синусоиды, регулируя тем самым плавно мощность, подаваемую на светильник. В этой программе регулируется цвет освещения. В случае, когда в теплице выращиваются модульно различные культуры, с разной фазой созревания, имеет смысл настроить светильники на соответствующий спектр цвета. Выполнить требуемые настройки возможно в окне программы рис. 4.



Рисунок 3 – Досвечивание розовым цветом

Культуры	Рост культуры	Козфициенты	
	Рассада	<input type="checkbox"/>	Синий 400 - 600
	Вегетативный период	<input checked="" type="checkbox"/>	Синий 400 - 600 
	Цветение	<input type="checkbox"/>	Красный 620 - 700
	Появление завязей	<input checked="" type="checkbox"/>	Красный 620 - 700 
		<input type="checkbox"/>	Дальний красный

Рисунок 4 – Выбор цвета светодиода, в зависимости от фазы созревания культуры

Рассмотрим вопрос использования светильников с различными цветами свечения, или с различной длиной световой волны. В промышленных теплицах используют светильники с белым цветом либо комбинированные – с белым и красно – синим цветами. Обратимся к рисунку 5, на котором показан весь спектр цветов, присутствующих в белом цвете. Видим, что цвета распределяются по яркости не равномерно, большую яркость свечения имеет синий цвет, а красный – меньшую.

Результаты исследований. В промышленных теплицах используют светильники с комбинацией светодиодов белого и красного, или синего и красного цветов. Рассмотрим, для чего используют комбинированное освещение. В белом цвете свечения светильников присутствует весь спектр оттенков цветов. Белый цвет – это сумма всех цветов спектра существующей радуги. На разных этапах роста и развития стеблей, листьев и плодов культуры и растения поглощают требуемые и различные спектры цвета, а не нужные спектры цвета игнорируют. Однако в белом цвете одного светильника яркость различных оттенков цветов не достаточная, это видно при сравнении двух рис. 5 и 6.

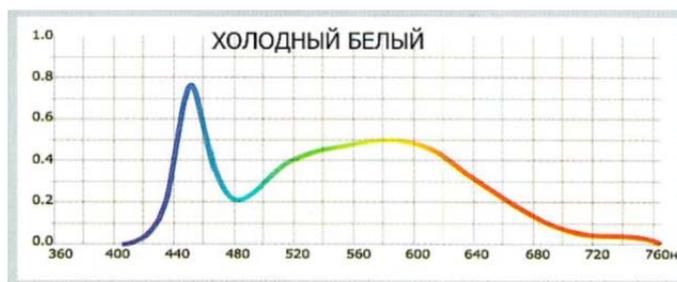


Рисунок 5 – Диаграмма спектра белого цвета

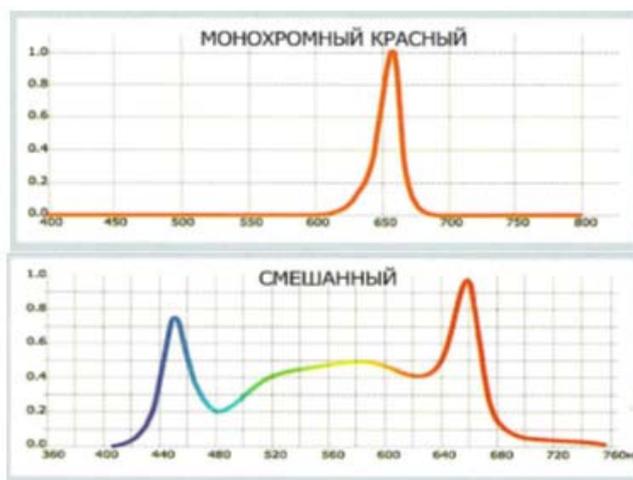


Рисунок 6 – Спектр красного цвета и, спектр кр., наложенного на белый цвет

На графике рисунка 6 видим совмещение яркости свечения двух светильников белого и красного спектров. В результате красный спектр преобладает, получается, что для обеспечения требуемыми цветами необходимо устанавливать дополнительные светильники либо устанавливать белый светильник, но заведомо большей яркости, обеспечивающая требуемую силу свечения красных и синих тонов, входящих в этот спектр. Наиболее удобными в этом плане подходят светодиодные светильники или светодиодные ленты. Они не выделяют тепла, и их можно размещать практически вплотную к растениям, рис. 3.



Рисунок 7 – Освещение теплицы белыми светильниками

Так же в разработанной нами программе существует возможность изменять коэффициенты длины световых волн красного к дальнему красному (R/FR) и красный к синему (R/B), рис. 8. Каждый цвет находится в

некотором диапазоне длины волн, и выбор двух значений в диапазонах длин волны позволяет корректировать эффективность светодиодных светильников по выращиванию стеблей культур и плодов. Это позволяет получить хорошие урожаи.



Рисунок 8 – Окно программы для выбора коэффициентов освещения

Фиолетовый спектр 400 – 430 нм – позволяет укрепить ствол и повысить устойчивость к внешним погодным факторам. Синий спектр 440 – 460 нм – способствует росту как корневой системы, так и листьев, повышает фотосинтез выращиваемых в теплице культур. Красный спектр 620 – 700 нм – под его воздействием стимулируется выработка углеводов и их дальнейшая транспортировка, что приводит к быстрому развитию плодов или цветоносов. Дальний красный 700 нм – 750 нм – дальний красный требуется в малых количествах; создает эффект затененности растения, поэтому оно начинает усиленно расти [9].

Значения коэффициентов необходимо подбирать экспериментально для каждой культуры в отдельности. Вся программа помещена в блок FBD, рис. 9, в котором сосредоточен код в несколько страниц на языке Structured Text (ST). Язык программирования ST является современным стандартом МЭК 61131-3, который используется в большинстве контроллеров ведущих мировых брендов.

Программа была проверена на работоспособность в рамках управления цветами объектов в среде MasterSCADA 4D, в режиме Run-Time, её можно посмотреть на ютуб канале [7].

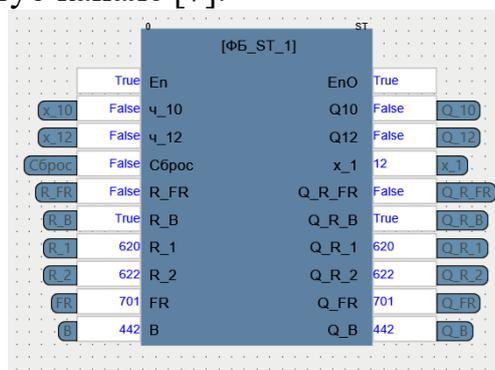


Рисунок 9 – Блок программы в формате языка FBD

Вывод. Данная разработка позволила управлению освещением и досвечиванием культур в промышленных теплицах. Программа позволяет управлять временем светового дня, временем отдыха растений, яркостью свечения и цветовым оттенком свечения, то есть длиной световой волны. Программа предназначена для повышения урожайности различных культур и для опытного определения коэффициентов, отвечающих за цвет свечения светодиодных светильников.

Список литературы

1. Асонова, М.Л. Энергосберегающие технологии для систем освещения промышленных теплиц / М.Л. Асонова. – Текст: непосредственный // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. – 2014. – № 17. – С. 456-459.
2. Рогатовских, Т.М. Сравнительный анализ технологии досвечивания тепличных культур, с применением натриевых ламп и комбинированной технологии (натриевые + светодиодные лампы) / Т.М. Рогатовских, В.А. Кирина. – Текст: непосредственный // Аллея науки. – 2019. – Т. 3. – № 12 (39). – С. 255-259.
3. Ключка, Е.П. Применение энергосберегающих устройств и технологий в промышленном тепличном производстве. / Е.П. Ключка. – Текст: непосредственный // Инновации в сельском хозяйстве. – 2017. – № 3 (24). – С. 83-90.
4. Оценить PPFД при освещении растения белыми светодиодами. – Текст: электронный. – URL: <https://habr.com/ru/post/411099/>
5. Два основных эффекта светодиода дальнего красного цвета с длиной волны 730 нм на рост растений. – Текст: электронный. – URL: <https://brandhub.su/blog/sovety-pokupatelyam/vazhno-dva-osnovnykh-effekta-svetodioda-dalnego-krasnogo-tsveta-s-dlinoy-volny-730-nm-na-rost-rasten/>
6. Освещение промышленных теплиц. – Текст: электронный. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=6wzUAgPHNzA>

УДК 636.084.743

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ДОЗИРОВАНИЯ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ КОРМОВ

Степанов Кирилл Александрович, студент-магистрант

Корепин Вадим Александрович, студент-магистрант

Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.

ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия

Анотация: в статье представлены результаты теоретических исследований процесса дозирования концентрированных кормов дисковым

дозатором.

Ключевые слова: процесс, дозирование, концентрированный, корм, гравитация, режим, норма, зоотехнические, требования

Одним из наиболее сложных процессов в механизации животноводческих ферм является дозирование концентрированных кормов, по причине различия их физико–механических свойств. Проведенные предварительные исследования показали, что наиболее простым и надежным с соблюдением необходимых зоотехнических требований является дисковый дозатор с гравитационным истечением дозируемого материала. [1]

На рисунке 1 представлена принципиальная схема дискового дозатора.

Дозатор состоит из корпуса 1 с горловиной для загрузки, верхнего и нижнего дисков 2 и 3 соединенных осью 4 и с вырезанными отверстиями в виде секторов 5 и 6 с углом β , выгрузной горловины 7.

Работает дозатор следующим образом. При неподвижных дисках, корм поступает через горловину 1 на диск 2 и через сектор 5 поступает на диск 3 до тех пор, пока частично не заполнится междисковое пространство h после чего истечение корма прекратится. Секторы дисков повернуты относительно друг друга в горизонтальной плоскости на 180° и жестко закреплены на оси 4. Истечение корма через сектор 6 нижнего диска 3 не происходит, следовательно дозирования корма нет.

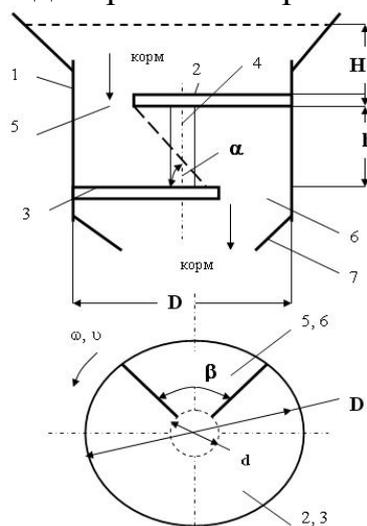


Рисунок 1 – Принципиальная схема дискового дозатора:

1 – корпус с загрузочной горловиной; 2 – верхний диск; 3 – нижний диск; 4 – ось дисков; 5 – сектор верхнего диска; 6 – сектор нижнего диска; 7 – выгрузная горловина

Приводя во вращение диски 2 и 3 с угловой скоростью ω , корм на верхнем и нижнем дисках будет неподвижен относительно дисков и под действием гравитационных сил высыплется через сектор 6 нижнего диска 3 в выгрузную горловину 7, а также одновременно через сектор 5 верхнего диска 2 происходит заполнение освобождающегося междискового про-

странства. Процесс истечения корма происходит при вращении дисков, а после их остановки прекращается, формируя и выдавая требуемую порцию корма.

На частицу корма при работе дозатора действуют некоторые силы, показанные на рисунках 2 и 3.

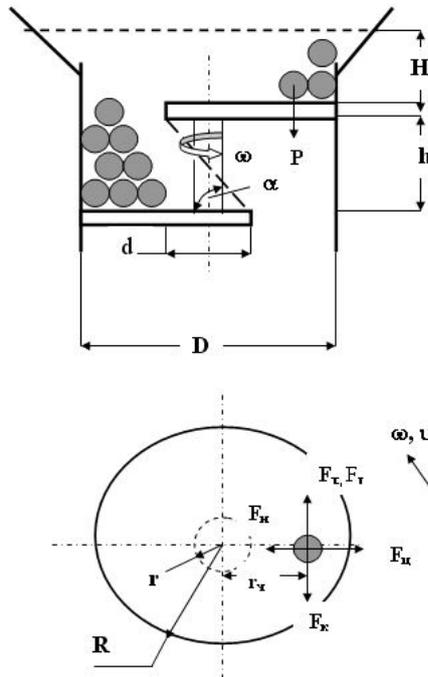


Рисунок 2 – Расчетная схема дозатора

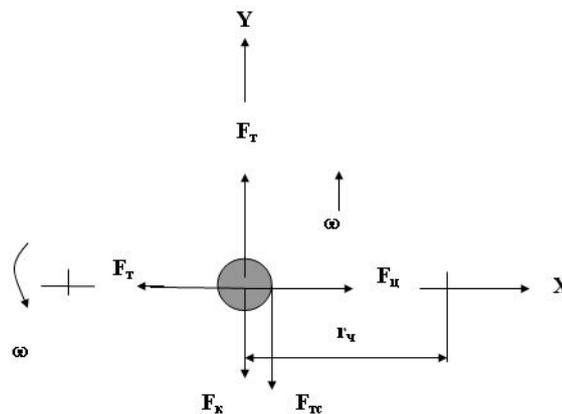


Рисунок 3 – Действие сил на частицу дозируемого материала

На частицу материала находящуюся на вращающемся диске действуют:

- сила тяжести (вес) $P = mg$, кг;
- сила внешнего трения частицы о поверхность диска, $F_m = Pf_{\text{в}}$,
где $f_{\text{в}}$ – коэффициент внешнего трения;
- сила внешнего трения частицы о стенку дозатора, $F_{mc} = Pcf_{\text{в}}$,
где P_c сила давления корма на стенку дозатора, кг;
- сила внутреннего трения частиц материала между собой $F_{mv} = Pf_{\text{вн}}$,

где $f_{вн}$ – коэффициент внутреннего трения;

– центробежная (нормальная) сила F_n – это сила связей частицы материала с диском, так как жесткой связи нет, то действие этой силы не существенно и ограничивается силой трения материала о диск;

– центробежная сила – сила определяемая силой инерции, численно она равна центробежной силе но противоположна по направлению $F_u = m v^2 / r_u = m \omega^2 r_u$;

– тангенциальная сила это также сила связей $F_\tau = m r_u \varepsilon$, действие силы ограничивается силой трения материала о диск,

где ε – угловое ускорение, рад/с²;

– сила Кориолиса – проявляется во вращающейся системе и является силой инерции и направлена навстречу ω , $F_\kappa = 2m\omega v$.

При работе дозатора присутствуют три режима:

– пусковой режим, когда угловая скорость дисков от нулевой возрастает до номинальной, здесь имеется угловое ускорение;

– номинальный (установившийся) режим, когда угловая скорость постоянна и равна номинальной, угловое ускорение отсутствует;

– остановка, когда угловая скорость уменьшается от номинальной до нулевой, здесь также имеется угловое ускорение.

В момент пуска дозатора на частицу действуют силы:

– сила тяжести $P = mg$ которая действует на всех режимах, направлена вертикально вниз, определяет силу трения направленную в горизонтальной плоскости;

– сила трения частицы о поверхность диска $F_m = P f_\phi$, направлена в противоположную сторону вращению диска;

– центробежная (нормальная) сила F_n , направлена к центру вращения и действует до момента пока центробежная сила не превысит силу трения материала о поверхность диска;

– центробежная сила F_u направлена от центра вращения.

Уравнения действия сил:

– по оси X:

$$\sum F_{(x)} = F_m - F_u$$

– по оси Y:

$$\sum F_{(y)} = F_m - F_{mc} - F_\kappa$$

так как $F_m = P f_\phi = mg f_\phi$, то

$$\sum F_{(x)} = mg f_\phi - m \omega^2 r_u; \quad (1)$$

$$\sum F_{(y)} = mg f_\phi - P f_\phi - 2m\omega v \quad (2)$$

Необходимое условие: материал должен быть неподвижен относительно диска, $\omega_m = 0$, при выполнении условия:

$$mg f_\phi < P f_\phi + 2m\omega v$$

Давление дозируемого материала на стенку определяется зависимо-

стью, кг/м²:

$$P_c = k_c h \rho, \quad (3)$$

где k_c – характеристика сыпучести материала и вычисляется по формуле:

$$k_c = 1 - \sin \varphi / 1 + \sin \varphi,$$

где φ – угол естественного откоса материала, град,

тогда F_m сила трения корма о стенку дозатора будет равна:

$$F_m = k_c h \rho S_{\delta} f_{\delta}, \quad (4)$$

где S_{δ} – площадь контакта материала со стенкой дозатора, без учета действия центробежной силы.

С учетом центробежной силы давление на стенку будет:

$$P_c = (k_c h \rho S_{\delta} g + m \omega^2 R/2) f_{\delta}, \quad H \quad (5)$$

Режим пуска является кратковременным, нестабильным и зависящим от технических возможностей привода дозатора. Чем более мощный привод, и больше масса выдаваемой порции корма, тем меньше этот режим влияет на технологические параметры дозатора.

Установившийся режим дозирования является определяющим, при этом режиме, соответственно, будут действовать следующие силы:

– по оси X:

$$\Sigma F_{(x)} = mg f_{\delta} - m \omega^2 r_{\psi},$$

– по оси Y:

$$\Sigma F_{(y)} = mg f_{\delta} - P_c f_{\delta} - 2m \omega v.$$

Условие будет соблюдаться в зависимости от установившегося режима:

$$\omega^2 r_{\psi} \leq mg f_{\delta},$$

$$mg f_{\delta} < P_c f_{\delta} + 2m \omega v.$$

В режиме остановки процесс дозирования прекратиться при:

$$\omega^2 r_{\psi} < mg f_{\delta},$$

$$mg f_{\delta} > P_c f_{\delta} + 2m \omega v.$$

Необходимыми и достаточными условиями обеспечения процесса дозирования материала дисковым дозатором являются:

$$\omega^2 r_{\psi} > mg f_{\delta},$$

$$(k_c h \rho S_{\delta} g + m \omega^2 R/2) f_{\delta} + 2m \omega v > mg f_{\delta}.$$

Суточная норма концентрированного корма для молодняка КРС в зависимости от возраста может составлять от 50 г до 2 кг. При дробной раздаче корма от 4 до 6 раз в сутки, разовая порция может составлять 50 – 500 грамм. Поедание концентрированного животным происходит примерно 100 г в минуту, что не накладывает особых ограничений на производительность дозатора для кормовой станции. Для мобильного варианта кор-

мораздатчика производительность дозатора определяется скоростью его передвижения по кормовому проходу. Исходя из этих предпосылок принимаем производительность дозатора $Q = 0,1 \text{ кг/с} = 0,1 \text{ кг/об}$.

Основные физико-механические свойства концентрированных кормов для выполнения расчетов приведены в таблице 1.

Таблица 1– Физико-механические свойства концентрированных кормов

Корм	Плотность ρ , кг/м^3	Угол естеств. откоса α , град	Коэф. внутр. трения $f_{вн}$	Коэф. внешн. трения $f_{в}$	Началь. сопрот. сдвигу τ_0 , Па
Рассыпной	530	35	0,80	0,50	50
Гранулированный	650	25	0,90	0,55	50

На основе поисковых опытов и учитывая конструктивные требования к дозатору принимаем: диаметр дисков дозатора $R = 0,045 \text{ м}$, угол сектора дисков $\beta = 60, 90, 120^\circ$. Минимальный внутренний диаметр дисков дозатора, при истечении без дополнительного побуждения, определяется по формуле: $r_{min} = 344a'/2\beta$ и для рассыпного корма $r_{min} > 0,012 \text{ м}$, для гранулированного $r_{min} > 0,03 \text{ м}$. Так как в нашем дозаторе присутствует вращение материала, что дополнительно способствует истечению его, примем $r_{min} = 0,01 \text{ м}$.

Определим: $R_{зсв} = \tau_0 (1 + \sin\varphi) / g\rho = 0,0131 \text{ м}$

Соответственно R_{zi} для секторов диска $i = 60, 90, 120^\circ$:

$R_{z60} = 0,0101 \text{ м}; R_{z90} = 0,0133 \text{ м}; R_{z120} = 0,0158 \text{ м}.$

$v_{ui} = 4,43\lambda \sqrt{R_z X}$, м/с при $\lambda = 0,4$

$v_{u60} = 0,28 \text{ м/с}; v_{u90} = 0,32 \text{ м/с}; v_{u120} = 0,35 \text{ м/с}.$

Производительность дозатора при свободном истечении материала для выше указанных секторов будет:

$Q_i = S v_{ui} \rho$, кг/с

$Q_{60} = 0,182 \text{ кг/с}; Q_{90} = 0,312 \text{ кг/с}; Q_{120} = 0,455 \text{ кг/с}.$

Определяем частоту вращения дисков дозатора $n = Q_i / Q$, об/с

$n_{60} = 1,82 \text{ об/с}; n_{90} = 3,12 \text{ об/с}; n_{120} = 4,55 \text{ об/с}.$

Для более полного заполнения междискового пространства расстояние между дисками должно быть не менее трех размеров типичного куска материала, следовательно, для гранулированных концентратов это расстояние должно быть не менее 0,03 м.

Список литературы

1. Степанов, К.А. Оценка точности настройки нормы выдачи концентрированных кормов молодняку КРС дозатором индивидуальной раздачи / К.А. Степанов, А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // В сб.: Передовые достижения науки в молочной отрасли. – 2022. – С. 185-188.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПИТАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА НА ЗАГРУЗКУ ПОДВОДЯЩЕГО КАНАЛА ПЛЮЩИЛКИ ЗЕРНА

*Сулов Алексей Александрович, студент-магистрант
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное; Россия*

Аннотация: в статье исследована степень влияния конструктивно-технологических параметров питающего устройства плющилки зерна на загруженность подводящего канала в качестве параметров оптимизации приняли процент загрузки подводящего канала PZK (%) и наличие очереди из граммов зерна в подводящем канале OCH (г).

Ключевые слова: зерно, плющение, устройство, питатель, загрузка

Для обеспечения эффективного функционирования плющилки необходимо чтобы скорость зерновки не превышала линейную скорость рабочих поверхностей валцов для плющения, так как в противном случае произойдет заваливание зоны плющения поступающим зерном. Это приведет к ухудшению условия захвата зерна плющильными валцами и снижению производительности плющилки.

Для определения степени влияния конструктивно-технологических параметров питающего устройства на загруженность подводящего канала в качестве параметров оптимизации приняли процент загрузки подводящего канала PZK (%) и наличие очереди из граммов зерна в подводящем канале OCH (г).

Проведя эксперимент и обработав экспериментальные данные из получили уравнения регрессии в закодированных значениях переменных факторов, при кодировке принято, что $X_1=n$; $X_2=d$; $X_3=del$.

Загрузка подводящего канала, %:

$$PZK = 65,7667 - 3,0625*n - 1,6625*d + 21,05*del - 1,27083*n^2 - 0,975*n*d - 5,1*n*del + 0,0791667*d^2 - 3,1*d*del - 4,19583*del^2.$$

Величина очереди, г:

$$OCH = 199824,0 + 13400,8*n + 23520,8*d + 189501,0*del - 22290,0*n^2 - 6213,5*n*d - 8330,5*n*del + 684,5*d^2 + 12119,5*d*del + 483,0*del^2.$$

Значимость коэффициентов уравнения регрессии проверяли по диаграмме Паретто (рис 1).

Коэффициенты уравнения регрессии, величина которых меньше доверительного интервала, можно исключить. После этого математические модели рабочего процесса примут вид:

- загрузка подводящего канала, %

$$PZK = 65,7667 - 3,0625*n + 21,05*del - 5,1*n*del - 4,19583*del^2;$$

- величина очереди, г

$$OCH = 199824,0 + 189501,0*del .$$

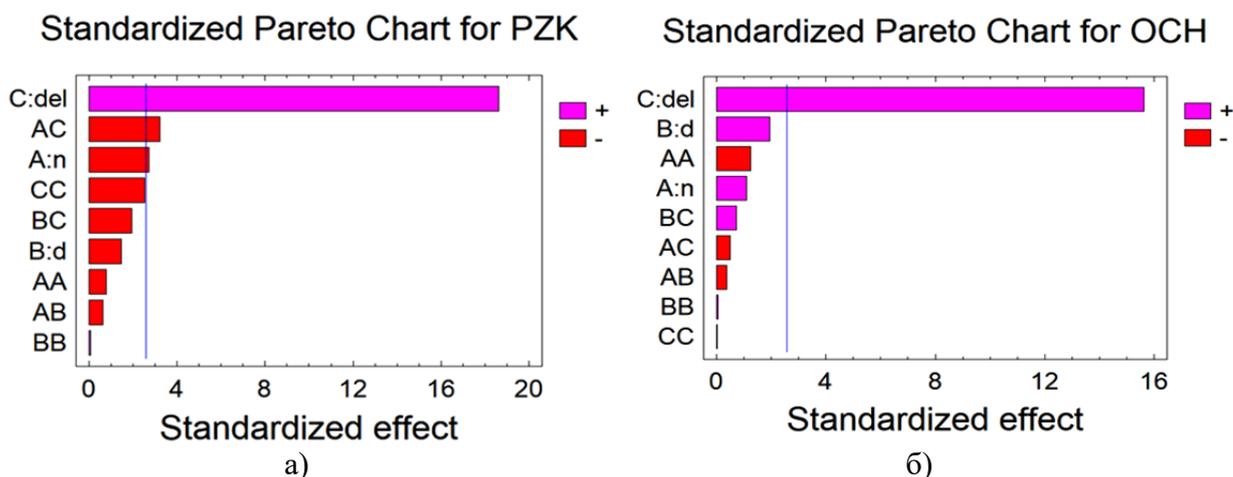


Рисунок 1 – Диаграмма Паретто значимости факторов и сочетаний факторов при критериях оптимизации *PZK* (а) и *OCH* (б).

Анализ математических моделей показывает следующее:

- на загрузку подводящего канала наибольшее влияние оказывают высота лопаток питающего устройства ($C=21,05$) и частота вращения вала питающего устройства ($A=3,0625$). С увеличением высоты лопаток загрузка подводящего канала возрастает, а при увеличении частоты вращения вала питающего устройства загрузка подводящего канала уменьшается;

- на наличие очереди из граммов зерна в подводящем канале наибольшее влияние оказывает высота лопаток питающего устройства ($C=189501,0$), при увеличении высоты лопаток содержание очереди резко возрастает.

Анализ диаграмм значимости факторов и сочетаний факторов показывает, что наибольшее влияние на загрузку подводящего канала оказывает сочетание факторов X_1X_3 ($n\ del$). Исходя из этого, дальнейший анализ математических моделей проводили с помощью сечений поверхностей отклика при данных сочетаниях факторов (рис.1).

Анализируя поверхности отклика (рис.1 а), видим, что увеличение частоты вращения вальца $n_в$ от 500 до 900 мин^{-1} при $d_n = 0,180$ м и $\Delta d \leq 10$ мм, на загрузку питающего канала *PZK* (%) практически не влияет. При дальнейшем увеличении $\Delta d > 10$ мм увеличение частоты вращения вальца n от 700 до 900 мин^{-1} резко увеличивает загрузку питающего канала.

Анализируя поверхности отклика (рис. 1, б), видим, что увеличение частоты вращения вальца $n_в$ от 500 до 900 мин^{-1} при его диаметре $d_n = 0,180$ м на величину очереди (*OCH*) в питающем канале не влияет. При увеличении Δd (*del*) величина очереди (*OCH*) в питающем канале увеличивается.

Учитывая, что высота лопаток питателя равна половине Δd (половине разности между наружным (d_n) и внутренним (d_v) диаметрами вальца питателя), поэтому при увеличении высоты лопаток более 4...5 мм, количество зерна, одновременно находящегося в канале будет значительно воз-

растать и возникнет вероятность полного заполнения питающего канала. В этом случае, при вращении вальцов, будет происходить забрасывание зерна лопатками обратно в бункер, поэтому максимальная высота лопаток питающего вальца не должна превышать 4...5 мм.

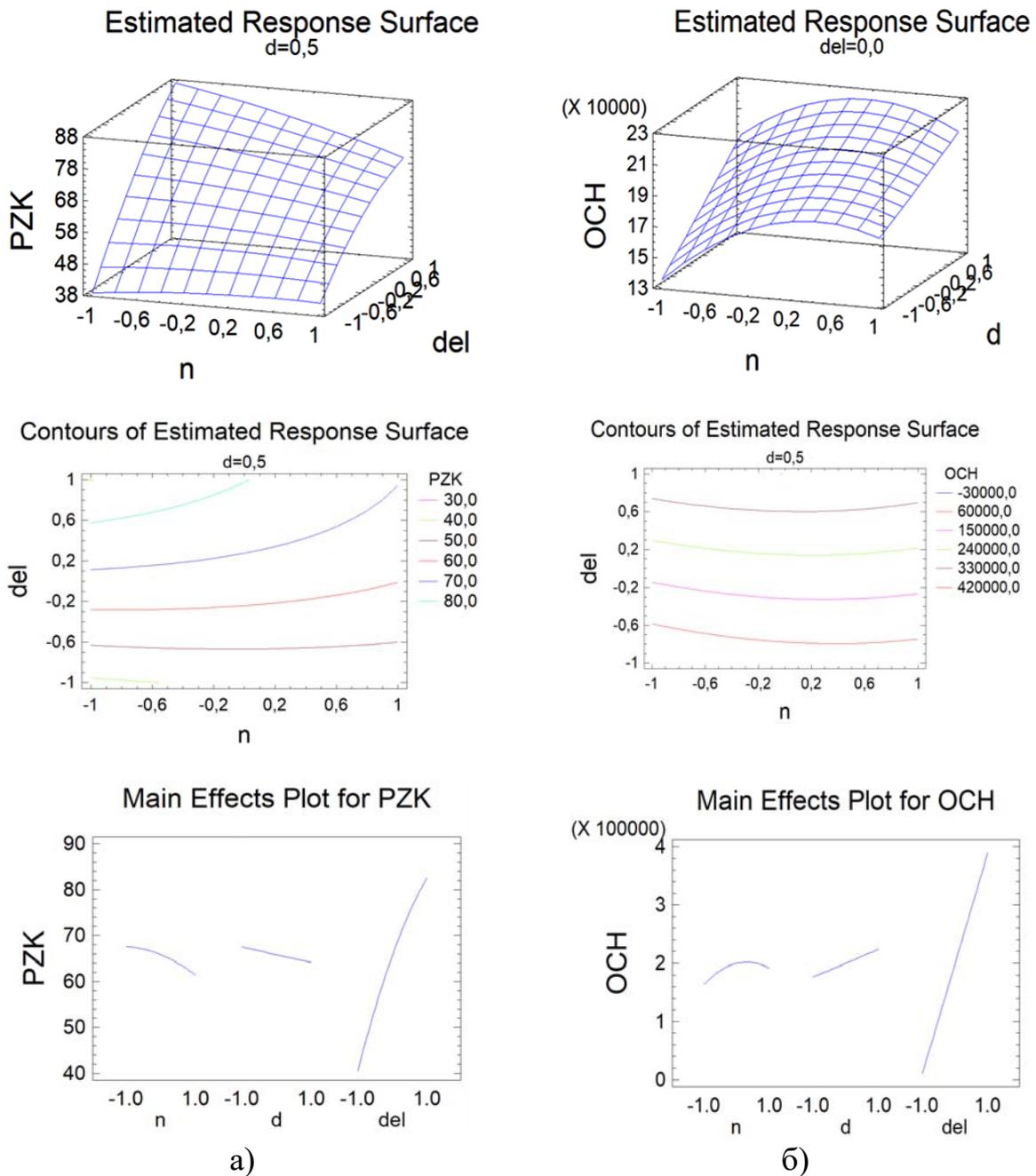


Рисунок 2 – Поверхности отклика, характеризующие процент загрузки питающего канала PZK , % (а) и величина очереди OCH , г (б) в зависимости от частоты вращения питающего вальца n и разности между наружным и внутренним диаметрами вальца питателя del , при фиксированном значении фактора $X_2 = d = 0,5$ ($d_n = 180$ мм)

Анализируя полученные экспериментальные данные, пришли к сле-

дующему выводу, что наибольшее влияние на величину параметров оптимизации оказывает сочетание факторов конструктивно-технологического характера – это диаметр вальца и частота его вращения. При этом частота вращения вальца питающего устройства в большинстве случаев наиболее эффективна только для значений n_v от 800 до 900 мин-1 и является оптимальной, поэтому данный фактор необходимо включить в дальнейшие исследования и принять интервал варьирования данного фактора от 800 до 900 мин-1.

Так же большое влияние на критерии оптимизации оказывает и диаметр вальца питающего устройства d_n в интервале от 0,12 до 0,2 м, а высота установки питающего вальца относительно рабочей зоны плющения h в интервале от 320 до 420 мм на критерии оптимизации влияния не оказывает.

Список литературы

1. Грушин, Ю.Н. Механизация послеуборочной обработки зерна и семян: Учебное пособие / Ю.Н. Грушин, В.Н. Вершинин, Д.А. Пустынный; Под ред. В.Н. Вершинина. – Вологда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2014. – 255 с. – Текст: непосредственный.
2. Кузнецов, Н.Н. Рулонное сено питательнее / Н.Н. Кузнецов – Текст: непосредственный // Сельский механизатор. 2007. – № 7. – С. 38.
3. Кузнецов, Н.Н. Повышение эффективности заготовки прессованного в рулоны сена путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Н.Н. Кузнецов / Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. Санкт-Петербург, 2007 – Текст: непосредственный.
4. Ивановская, В.Ю. Сельское хозяйство Вологодской области: состояние и меры господдержки / В.Ю. Ивановская, А.Л. Ивановская. – Текст: непосредственный // Актуальные проблемы и перспективы развития экономики: российский и зарубежный опыт. – 2021. – №4. – С.17-21.
5. Попов, В.Д. Исследование сушки прессованной в рулоны провяленной травы / В.Д. Попов, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 6. – С. 47-49.
6. Кузнецов, Н.Н. Модель функционирования технологического процесса послеуборочной обработки семенного зерна / Н.Н. Кузнецов, В.Н. Вершинин. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2018. – № 1 (29). – С. 126-133.

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ**

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье рассматриваются способы повышения производительности МТА для экономического развития предприятия. Добиться высокой эффективности использования сельскохозяйственной техники возможно при использовании транспортно-технологического модуля, регулятора сцепного веса, бесступенчатого поддержания фиксированного курса пахотного МТА и метода балластирования.

Ключевые слова: трактор, производительность МТА, навеска, балластные грузы, агрегат

Основная работа в сельском хозяйстве проводится не в самых лучших природно-климатических условиях, что снижает возможность выполнения всего объема необходимых задач. Это приводит к снижению урожайности и росту расходов на единицу полученного товара [6]. Эффективное использование сельскохозяйственной техники является обязательным условием экономического развития предприятия. В первую очередь для повышения производительности труда решающее значение имеет технический прогресс, использование машин с высокими технико-экономическими показателями, комплексная механизация производственных процессов [4]. Ввиду дороговизны отечественной и импортной техники, руководство агропромышленных комплексов ставит перед собой главной целью, получение наибольшей выгоды при использовании сложной техники, поэтому возникает необходимость ее рационального применения [2]. Актуальной проблемой является полная работоспособность трактора в процессе технологической операции. Это возможно при работе МТА на полях с маленькой площадью, когда большое количество времени расходуется на перемещение агрегата, для последующей операции [5].

Добиться высокой эффективности использования сельскохозяйственной техники удалось с помощью метода балластирования. В этом случае используют балластные грузы. В результате появляется возможность увеличить тяговые свойства трактора. Это способствует увеличению производительности. Таким образом уменьшается износ узлов машины и снижается расход топлива [1]. Увеличению тягового усилия удалось добиться и при использовании транспортно-технологического модуля. В отличие от балластирования при таком методе меньше давление опорных колес на почву. На рисунке 1 изображен транспортно-технологический мо-

дуль. Он состоит из прицепа с ведущим мостом. В таком случае количество ведущих колес возрастает. Привод на ТТМ осуществляется с помощью ВОМ.

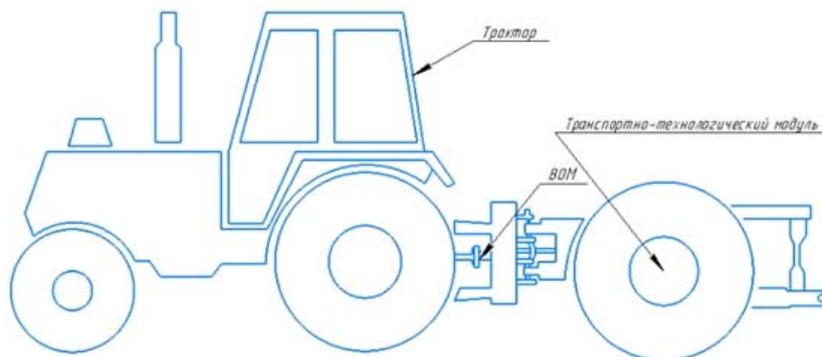


Рисунок 1 – Трактор с транспортно-технологическим модулем МЭС-300

Применение регулятора сцепного веса является одним из методов повышения тяговых свойств трактора. Появляется возможность перераспределения части сцепного веса между трактором и прицепным агрегатом путем вертикального перемещения задней навески. При эксплуатации МТА с бороной используют гибкую тросовую связь с петлевыми концами. Таким образом снижается масса и металлоёмкость конструкции бороновального агрегата, улучшается качество почвенной обработки бороной. МТА с регулятором сцепного веса представлен на рисунке 2. На схеме под номером 1 изображена тросовая связь, фиксируемая серединой в кронштейне 2 проходящая через скобу 5 навески 7 и закрепляемая в кронштейнах 8 бороны 11.

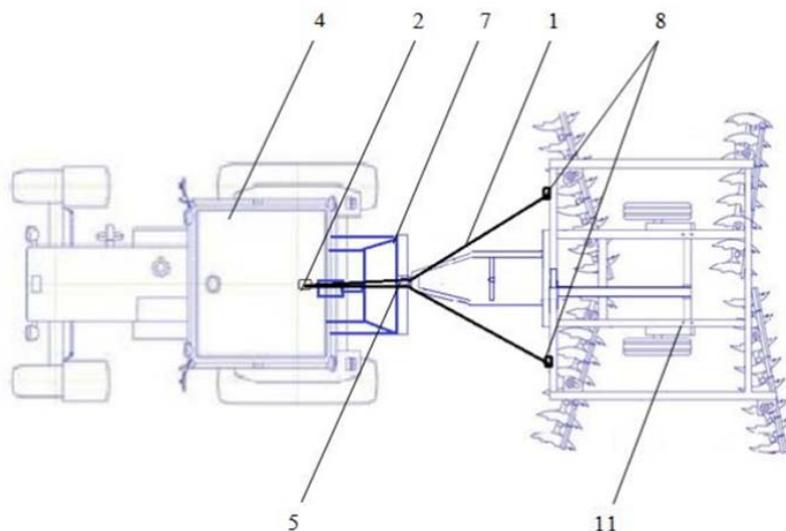


Рисунок 2 – МТА с регулятором сцепного веса

Эффективность гусеничного трактора при работе с плугом состоит в соответствии технологическим эксплуатационным параметрам: равномерность глубины вспашки, отсутствие гребней борозд и т.д. Добиться этого

возможно при прямолинейности движения и снижении максимальных возможных амплитуд колебаний рамы. Конструкторы ГСКБ ООО «ТК ВгТЗ» разработали схему жесткой связи трактора и плуга при постоянном бесступенчатом поддержании фиксированного курса пахотного МТА. Возможность изменения угла между продольными осями машины и плуга, а также сближение места прицепа плуга к трактору с серединой опорной поверхности гусеницы [3].

Таким образом, мы рассмотрели способы повышения эффективности МТА, которые позволяют использовать тягово-сцепные свойства трактора в полном объеме для получения наибольшей выгоды и снижения удельного расхода топлива.

Список литературы

1. Голдина, И.И. Балластировка и методы балластирования для повышения эффективного использования машинно-тракторных агрегатов / И.И. Голдина, Д.С. Назаров. – Текст: непосредственный // Научно-технический вестник: Технические системы в АПК. – 2022. – № 3-4(15-16). – С. 4-13.
2. Джабборов, Н.И. Повышение производительности и эксплуатационной надежности МТА путем визуализации технологических процессов / Н. И. Джабборов, Д.С. Федькин, А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2014. – № 3(15). – С. 57-63.
3. Иванцов, В.Д. Повышение эффективности гусеничного трактора на вспашке / В.Д. Иванцов, А.В. Иванцов, С.В. Иванцов. – Текст: непосредственный // Известия Волгоградского государственного технического университета. Серия: Наземные транспортные системы. – 2010. – Т.3. – № 10(70). – С. 43-45.
4. Манькова, М.К. вопросу о повышении урожайности МТА / М. Манькова, А. Айбов, Б. Митьков. – Текст: непосредственный // Научно-исследовательские работы Таврического государственного агротехнологического университета. – 2011. – Вып. 11, № 2. – С. 193-196.
5. Охотников, Б.Л. Маневренность МТА и размеры обрабатываемой площади / Б. Л. Охотников. – Текст: непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 1(131). – С. 60-65.
6. Сенников, В.А. Зависимость производительности МТА от вида используемого топлива / В.А. Сенников, С.В. Щитов, А.В. Сенников – Текст: непосредственный // Евразийское Научное Объединение. – 2020. – № 2-5(60). – С. 339-340.

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассматриваются способы замены минеральных компонентов пластичных смазок на природные биополимеры. Они могут состоять из моногидрата гидроксида лития и гидроксида кальция или хитина и хитозана.*

***Ключевые слова:** биоразлагаемые смазки, хитин, окружающая среда, исследование, узлы трения*

На этапе технологического развития необходимо повышать качество исполнительных механизмов, соблюдать режимы их работы. Это возможно с использованием смазочных материалов, к ним относят: масла, покрытия и пластичные смазки. Последние применяют чаще, потому что их возможность смазки осуществляется в большом диапазоне температур. Они имеют небольшой удельный расход и стоимость их ниже, по сравнению с маслами. Производство пластичных смазок занимает существенное место в промышленности, что требует большого внимания их развитию [4].

Пластичные смазки содержат в своем составе загуститель, который придает им определенную структуру. Это позволяет смазке удерживаться в узлах трения, а также дает возможность использовать антифрикционные присадки. Применение пластичных смазок необходимо для одинакового эффективного снижения износа в пальцах и втулках, в соединениях зубчатой передачи, в подшипниках качения. Все эти механизмы работают в тяжелых режимах трения, поэтому основной задачей смазки является способность к адгезии, что позволяет ей удерживаться на поверхности. Использование масла в узлах трения недопустимо ввиду необходимой герметизации [3].

В последнее время решение проблемы биоразлагаемых смазочных материалов набирает все большую популярность [1]. Загрязнение техникой окружающей среды является глобальной проблемой требуемой современных решений. Сохранение природоохранных зон и безопасность жизнедеятельности человека должны быть под контролем. Для снижения негативного воздействия на природу сельскохозяйственной техники, обрабатывающих поля и участки вблизи рек и водоемов, необходимо использовать биоразлагаемые смазки [2]. Этим занимается современная «зеленая» экономика [1]. Впервые производство биоразлагаемых смазок было разработано в научных центрах Западных странах. На рынке представлено несколько видов таких продуктов, но их объемы невелики. Так в Европе ко-

личество биоразлагаемых смазок составляет 2,48% от общего объема выпускаемой продукции [4]. Получить биоразлагаемый продукт можно используя в составе загустителя моногидрат гидроксида лития и гидроксид кальция (исходных компонентов дисперсной фазы) в порошкообразном состоянии. Недопустимо длительное воздействие воды и критических температур на состав дисперсионной среды в результате синтеза смазки. Минеральный компонент в своем составе может содержать высокоочищенное масло III группы, что позволяет стабилизировать трибологические и реологические характеристики продукта не менее 1 года. С помощью экспериментальной математической модели были определены свойства элементного состава биоразлагаемой пластичной литий-кальциевой смазки и режимы синтеза, где исследуется температура термической обработки реакционной массы. Это необходимо для соответствия уровню элементарных характеристик пластичной смазки, а именно: температуре каплепадения и способу пенетрации [1].

Следует понимать, что биоразлагаемые присадки представляют собой дисперсную систему, потому как способны формировать трехмерную объемную гелеподобную структуру с помощью подбора определенных компонентов состава смазок. В составе дисперсионной среды необходимо наличие базовых жидкостей таких как: биоразлагаемых присадок и органических загустителей. Базовые масла состоят из следующих химических веществ: низковязких полиальфаолефинов, полиалкиленгликолей, эфиров двухосновных кислот, эфиров полиспиртов, высоконасыщенных растительных масел. В таблице 1 показано процентное отношение по биоразлагаемости синтетических эфиров, минеральных и растительных масел [4].

Таблица 1 – Биоразлагаемость базовых масел

Базовое масло	Биоразлагаемость, % . Тест СЕС [5]
Нефтяное масло	20–40
Растительное масло	90–98
Синтетические эфиры	75–100

Актуальны в настоящее время смазки на основе хитозана. Он безопасен для человека, растворяется в различных дисперсионных средах, является высокоэффективным, кроме того обладает высокой химической стабильностью. Хитин широко распространен в природе и имеет большое количество потенциальных источников. Ведущими в производстве хитиновой продукцией считается Япония и США. Такая продукция превосходит биоразлагаемые смазки по таким критериям как: диаметр пятна износа, температура каплепадения, коллоидная стабильность и себестоимость [2].

Таким образом мы пришли к выводу, что применение пластичных смазок на основе природных биополимеров необходимо на данный момент для сохранения экологии природы, а также снижения их себестоимости и улучшения смазывающих свойств.

Список литературы

1. Zhornik, V.I. Development of the method and optimization of the composition and modes of obtaining the biodegradable grease with the lithium-calcium thickener / V.I. Zhornik, A.V. Zapolsky, A.V. Ivakhnik, A.M. Parnitsky. – Text: direct // Mechanics of Machines, Mechanisms and Materials. – 2021. – No. 2(55). – P. 60-72.
2. Килякова, А.Ю. Исследование возможности использования хитозана в качестве загустителя биоразлагаемых пластичных смазок / А.Ю. Килякова, К.Г. Алексанян, Т.П. Коротаева, К.Р. Гличева. – Текст: непосредственный // Евразийский союз ученых. – 2018. – № 5-1(50). – С. 48-52.
3. Состояние и перспективы развития производства биоразлагаемых пластичных смазок (Обзор) / О.П. Паренаго, Р.З. Сафиева, С.В. Антонов [и др.] – Текст: непосредственный // Нефтехимия. – 2017. – Т. 57, № 6. – С. 766-768.
4. Пенджиев, Э.Д. Пластичные смазки для экскаваторов с централизованными системами смазки / Э.Д. Пенджиев. – Текст: непосредственный // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2015. – С. 79-96.

УДК 62-175

ПУТИ СНИЖЕНИЯ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ С ОТРАБОТАВШИМИ ГАЗАМИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье рассматриваются способы снижения выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизельных двигателей: добавочная смесь в виде диметилового эфира, как экологически чистый вид топлива; рециркуляция отработавших газов для уменьшения эмиссии оксидов азота NO_x : вода в составе горючей смеси.

Ключевые слова: отработавшие газы, дизельный двигатель, горючая смесь, оксиды азота, диметиловый эфир, рециркуляция

В связи с современными нормами защиты окружающей среды использование двигателя внутреннего сгорания требует соответствия показателям мировых стандартов. К основным токсичным компонентам выхлопных газов двигателя, нормируемых экологическими стандартами, относят сажу, углеводороды и оксиды азота. Конструкторы современного двигателестроения ставят перед собой цель повысить экологические показатели

двигателя внутреннего сгорания. Так, Увеличение доли потребления нефтяного топлива объясняется ростом объема автомобильных двигателей. Специалисты не видят в ближайшее время альтернативу ДВС, поэтому он является основным потребителем нефти (более 90%) [4].

Уменьшить выбросы отработавших газов возможно путем подачи диметилового эфира во всасывающий коллектор двигателя. Такой эксперимент провели на дизеле 6ЧСП 15/18, осуществив подачу газообразного добавочного компонента в любой момент рабочего цикла. Диметиловый эфир (ДМЭ) C_2H_6O является экологически чистым топливом. В нем отсутствует сера, а количество оксидов азота в отработавших газах меньше чем у бензина (на 90%). Отличается и теплотой сгорания от классических нефтяных топлив (ДМЭ 30 МДж/кг, нефтяные топлива 42 МДж/кг). При использовании ДМЭ отмечается более характерная способность к окислению, чем у стандартного топлива. При использовании диметилового эфира на дизельном двигателе с воздушной смесью было отмечено снижение концентрации оксида азота NO , когда частота вращения коленчатого вала равна 640 об/мин. Если скорость вращения коленчатого вала 856 об/мин, то при смешивании ДМЭ с воздушной смесью концентрация NO_2 возрастает. На рис.1 изображены: 1 – баллон объемом 50 л. с рабочим давлением 1,6 МПа, 2 – запорный клапан, 3 – манометр, 4 – электромагнитная форсунка, 5 – микроконтроллер [3].

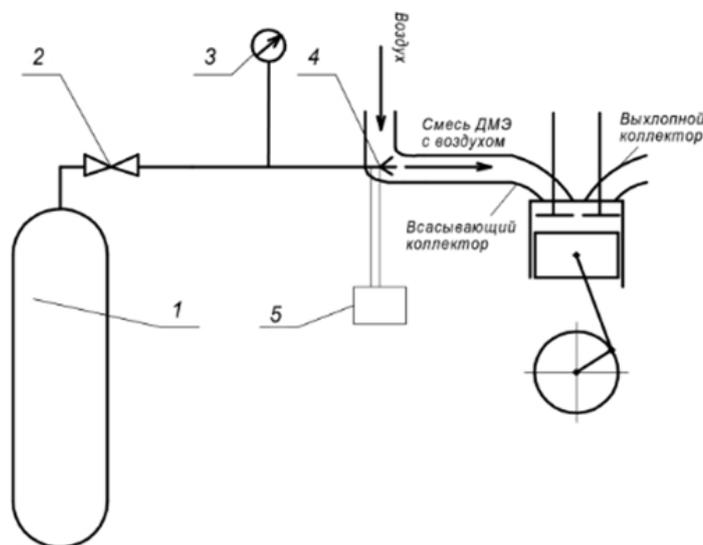


Рисунок 1 – Система по подаче ДМЭ во всасывающий коллектор дизельного двигателя

Обеспечить уменьшение главных токсичных веществ в выхлопных газах – оксидов NO_x возможно под влиянием действия системы рециркуляции X_p [2]. Рециркуляция отработавших газов - повторное движение отработавших газов во впускной коллектор. Данный метод заключается в уменьшении эмиссии оксидов азота NO_x на режимах разовых нагрузок. В

результате этого процесса некоторое количество инертных газов поступает в цилиндры в роли балласта, что приводит к снижению критической температуры горения. Это приводит к значительному спаду выбросов оксидов азота [1]. Отношение части рециркуляционных отработавших газов к объему свежего заряда есть работа системы рециркуляции.

$$X_p = \frac{G_p}{G_{np}} \quad (1)$$

При составлении закона регулирования части рециркуляции выхлопных газов учитывают изменение коэффициента с учетом уменьшения или увеличения нагрузки. Для пропульсивного среднеоборотного дизельного двигателя 64Ч1 8/22 выведено отношение $X_{p \max}$ от относительной величины коэффициента насыщения воздуха a'_1 , при рециркуляции отработавших газов и значениях n и P_e [2].

$$X_{p \max} = \bar{a}'_p{}^{0,83} \quad (2)$$

$$X_p = 1 - \frac{a'_{1 \text{ пор}}}{a'_1} \times \frac{V_p}{V} \quad (3)$$

Рассмотрим следующий способ, где используют воду в качестве компонента горючей смеси для уменьшения содержания вредных веществ в отработавших газах. Это позволило улучшить экологические показатели двигателя: уменьшение токсичности выхлопных газов, а также снизить склонность к детонации и нагарообразованию. При использовании топливно-водной смеси с 10% воды выбросы СН сокращаются. Существенное снижение оксидов азота наблюдается с 20% воды в топливно-водном составе [4].

Таким образом, можно сделать вывод, что снижение выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизелей сельскохозяйственной техники в настоящий момент возможно с использованием экологически чистого топлива или повторного перепуска выхлопа.

Список литературы

1. Войтенков, С.С. Способы повышения экологических показателей ДВС / С.С. Войтенков, Т.А. Федоренко. – Текст: непосредственный // Техника и технологии строительства. – 2017. – № 2(10). – С. 11-18.
2. Минитаева, А.М. Исследование математических моделей по снижению токсичных выбросов отработавших газов как метод эффективных и недорогих средств / А.М. Минитаева. – Текст: непосредственный // Техника и технологии строительства. – 2013. – Т. 2, № 5(120). – С. 44-50.
3. Омельченко, Е.А. Анализ мирового и отечественного опыта использования систем рециркуляции отработавших газов для снижения выбросов вредных веществ / Е.А. Омельченко, Д.Ю. Фадеев. – Текст: непосредственный // Техника и технологии строительства. – 2015. – № 3. – С. 80-82.
4. Покусаев, М.Н. Проведение натурных испытаний по подаче диметилевого эфира во всасывающий коллектор дизеля бчсп 15/18 на судне рк-2091 /

УДК 621.9

УПРОЧНЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в предложенной статье рассмотрены способы модифицирования деталей сельскохозяйственной техники, к ним относят: гальванический способ (хромирование), финишное плазменное упрочнение с последующим нанесением алмазного слоя, химическое парофазное осаждение, легирование карбидообразующим молибденом.*

***Ключевые слова:** восстановление поверхностей, узлы трения, легирование, экстремальные условия, упрочнение*

При работе транспортных средств узлы трения подвергаются изнашиванию поверхностей, что приводит к потере работоспособности, а затем выходу агрегата из строя. Изготовление деталей не подвергающихся износу невозможно такими технологическими возможностями, что существуют в настоящее время. Продлить ресурс узлов машины при воздействии на поверхность трения необходимо путем создания современных техноло [2].

Упрочнение и восстановление изнашиваемых деталей одно из перспективных решений, позволяющих увеличить долговечность механизма. С появлением на рынке машин с топливной аппаратурой европейских производителей, ремонтпригодность агрегатов стала главным вопросом так, как запасные части имеют большую стоимость. На дизельный двигатель устанавливают систему впрыска топлива высокого давления Common Rail, производства фирмы Bosch. Технология восстановления деталей подвергающихся износу находится на этапе разработки и остается актуальной задачей [1].

Решение проблемы восстановления касается и таких деталей двигателя и корпуса трансмиссии, как: гильзы блока цилиндров, посадочные места под подшипники картера заднего моста и коробки передач. Ремонт рабочих поверхностей требует меньше вложений, чем процесс создания новой детали, который состоит из цикла сложных и промышленных работ. Техника, работающая в экстремальных условиях эксплуатации, требует повышенную надежность и экономичность. В местах повышенного износа следует использовать функциональные и защитные многокомпонентные

покрытия с легирующими веществами [3].

Для восстановления механизмов следует соблюдать следующие критерии: низкая температура и исключение последующей механической обработки. К одним из методов упрочнения можно отнести гальванический способ, а именно хромирование. С помощью этого метода, получают износостойкое покрытие, но при этом снижается целостность прецизионных узлов [4].

С целью упрочнения деталей применяют также процесс финишного плазменного упрочнения с последующим нанесением алмазного слоя. При его введении в плазму пары текучих химических соединений разлагаются, образуется атомарный и молекулярный поток частиц в плазмотрейном реакторе. Финишное плазменное упрочнение создает на рабочих поверхностях аморфное неметаллическое покрытие, которое имеет повышенную микротвердость, химическую инертность, гидрофильность, высокую жаростойкость [Ошибка! Источник ссылки не найден.].

Наибольшую популярность получил метод, химического парофазного осаждения. В результате этого процесса получают поверхность с необходимыми механическими, физическими и химическими показателями широкой номенклатуры. Такое покрытие по сравнению с другими методами восстановления поверхностей имеет следующие достоинства: отсутствует коробление и деформация деталей, большая скорость образования покрытий (до 10 мкм/мин), отсутствие пор, работа с деталями сложных форм, восстановление покрытий на неметаллических подложках. Установка для получения химического парофазного осаждения представлена на рис. 1 [6].

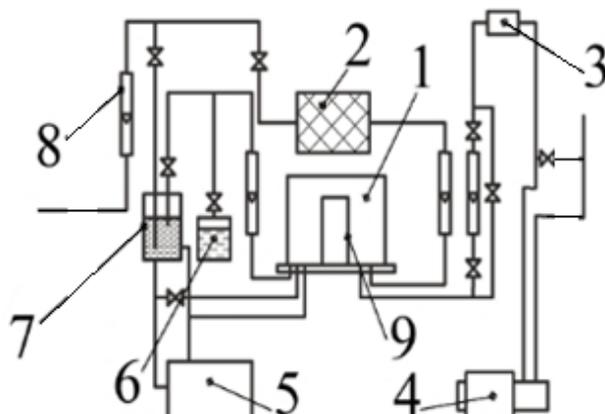


Рисунок 1 – Схема установки химического парофазного осаждения:

- 1 – реактор; 2 – сублиматор; 3 – фильтр; 4 – вакуум-насос; 5 – термостат;
6,7 – емкости с жидким МОС; 8 – расходомер; 9 – ИК-лампы

Повысить долговечность деталей сельскохозяйственных машин возможно путем управления структурой материала при высокоэнергетическом поверхностном напряжении, улучшая физико-механические свойства. Путем легирования карбидообразующим молибденом сталей имеющих структуру аустенита и феррита повышается температура рекристаллизации

у твердых растворов, тормозится их разупрочнение.

Таким образом, мы пришли к выводу, что сельскохозяйственная техника в процессе эксплуатации подвергается большим нагрузкам, поэтому детали механизмов должны обладать особой прочностью и износостойкостью.

Список литературы

1. Повышение производительности и качества восстановления деталей электролитическим натиранием / Н.Р. Адигамов, А.Р. Валиев, И.Х. Гималтдинов [и др.]. – Текст: непосредственный // Техника и оборудование для села. – 2020. – № 4(274). – С. 34-38.
2. Ерохин, М.Н. Повышение износостойкости прецизионных деталей гидравлических систем сельскохозяйственной техники / М.Н. Ерохин, Н.Н. Чупятов. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 3. – С. 7-10.
3. Жачкин, С. Ю. Повышение адгезии гальванических композитных покрытий, используемых при восстановлении плунжерных пар ТНВД / С.Ю. Жачкин, М.Н. Краснова, Н.А. Пеньков, А.И. Краснов. – Текст: непосредственный // – 2015. – Т. 119. – С. 269-274.
4. Федоренко, В.Ф. Нанотехнологии – эффективный инструмент повышения надежности сельскохозяйственной техники / В.Ф. Федоренко. – Текст: непосредственный // – 2011. – Т. 107. – № 2. – С. 4-7.

УДК 62

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПРИСАДОК К МОТОРНЫМ МАСЛАМ

*Ушаков Руслан Александрович, студент-бакалавр
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в работе приведены материалы по изучению химического состава присадок. Изучены основные составляющие присадок и появившиеся новые присадки, благодаря нанотехнологиям. Приведена характеристика основных свойств присадок.*

***Ключевые слова:** присадки, моторное масло, фуллерены, пары трения, модификаторы*

Мировое производство присадок оценивается миллионами тонн в год и является важной отраслью нефтехимии. Большинство добавок являются многофункциональными. Основными функциями присадок являются формирование определенного уровня качества моторного масла и его эксплуатационных характеристик. Присадки, добавляемые в моторное масло,

включают в себя несколько компонентов с различными функциями: модификаторы трения, антиоксидантные добавки, противоизносные и антикоррозийные добавки, моющие средства, диспергирующие компоненты и т. д.

Детергенты - это моющие средства, которые могут растворяться в базовом масле. Они содержат металлы (кальций, магний, реже другие), которые защищают цилиндры, поршневые кольца и другие детали от коррозионного износа. Примерами таких добавок являются алкилсукцинмиды (алкилсукцинимид бора), сложные эфиры алкилантаровой кислоты, основания Манниха [3].

Чистящие средства предотвращают образование отложений на поршнях и других деталях, а также придают маслу нейтрализующую способность. Отложения накапливаются в процессе эксплуатации двигателя (рис.1). Присадка является основным носителем щелочности, необходимой для нейтрализации кислот, которые, в свою очередь, образуются в результате окисления самого масла и сгорания топлива.



Рисунок 1 – Нагарообразование на головке поршня

Антиокислительные добавки предназначены для снижения скорости окисления и накопления в масле остатков окисления, которые затем образуются в виде отложений на нижней стороне поршня изнутри, на поршневых кольцах и на юбке.

Используются дитиокарбонаты различных металлов, производные фенола, ароматические амины. Окисление масла происходит в результате контакта с частицами износа и металлическими поверхностями в виде катализаторов. Во время работы двигателя расход присадок увеличивается, в то время как некоторые щелочные моющие средства предотвращают активацию антиокислителей.

Депрессоры - это присадки, которые поддерживают текучесть масла при низких температурах. В состав таких добавок входят продукты полимеризации сложного эфира метакриловой кислоты и нафталина с хлорированным парафином или алкилированием фенола.

Противоизносные присадки способствуют образованию на поверхностях деталей двигателя тонкой пленки, которую можно легко возобновить. Стойкость защитного слоя характеризуется физическим взаимодействием противоизносных присадок с металлами. Активная работа приса-

док наблюдается на участках, где толщина масляной пленки в узлах с высокой нагрузкой недостаточна для эффективной защиты от истирания. Выделение тепла в парах трения улучшает свойства износостойких компонентов. Компоненты составляют до 2% от общего объема моторного масла. Они содержат в своем составе хлор, фосфор и серу. Примеры: дитиофосфаты цинка (ZDDP), органические фосфаты, соединения бора [4].

Антикоррозийные средства предотвращают коррозию деталей, изготовленных из сплавов цветных металлов, особенно свинца и меди. Эти добавки химически взаимодействуют с поверхностью металла, образуя прочную пленку, непроницаемую для агрессивных веществ в масле. Антикоррозионные присадки составляют около 1% от общего объема моторного масла [1].

Добавки, загущающие вязкость, увеличивают вязкость смазочного материала. Диапазон рабочих температур расширяется. Продукт с добавками, загущающими вязкость, остается достаточно жидким для легкого холодного запуска и образует прочную износостойкую защитную пленку при экстремальном нагреве в рабочих установках. Потеря свойств масла в процессе эксплуатации происходит из-за разрушения загустителя в результате сдвиговых нагрузок.

Противопенные добавки уменьшают возможность вспенивания масла, продолжительность саморазрушения образующейся пены. Таким образом, обеспечивается бесперебойная подача масла через насос.

Диспергирующие добавки присутствуют в больших количествах во всех высококачественных маслах и составляют до 20% от их общего объема. Эти добавки обычно состоят из сульфонатов, фосфонатов и фенолятов различных металлов. Роль диспергирующих компонентов состоит в измельчении больших частиц углерода на мелкие (не более микрометров) и поддержании этой грязи в мелкодисперсном состоянии, чтобы предотвратить ее соединение на крупные куски и пригорание к металлу. В дальнейшем грязь естественным образом циркулирует по всей системе смазки и только со временем задерживается фильтром.

В целях снижения расхода смазочных материалов за счет снижения потерь на трение в настоящее время с особой тщательностью проводится введение в масла специальных присадок-модификаторов трения. Эффективные противоскользкие добавки включают маслорастворимые соединения молибдена и некоторые продукты, не содержащие золы. Свойства этих добавок и их влияние на уменьшение трения в большинстве случаев были изучены и уже известны. Несколько лет назад ассортимент довольно широко используемых модификаторов трения пополнился еще одним принципиально новым продуктом нового поколения, а именно добавкой к более полным маслам на основе C_{60} .

При исследовании противоизносных свойств коллоидной суспензии фуллера C_{60} в масле И-40 было обнаружено снижение линейного износа

задерживающих и обгоняющих роликов на 19% по сравнению с базовым маслом. Также были исследованы противоскользкие свойства дисульфида молибдена (4% раствор добавки Liquid Moly в масле в аналогичных экспериментальных условиях). В результате было обнаружено, что снижение коэффициента трения на 20% более эффективно при использовании коллоидного фуллерена C₆₀. Это связано с тем, что молекула фуллерена имеет сферическую форму.

Таким образом, химический состав масляных добавок зависит от функциональности, достигаемой при выборе присадки; добавление коллоидной суспензии фуллерена C₆₀ в масла в условиях нестабильного трения приводит к повышению скользящих и противоизносных свойств смазочного материала, что является перспективным направлением применения этой добавки в качестве нового модификатора трения [2].

Список литературы

1. Дмитриев, И.Ю. Защитные присадки к моторным маслам / И.Ю. Дмитриев, Д.Е. Молочников. – Текст: непосредственный // Наука и Образование. – 2022. – Т. 5. – № 2. – С. 342-356.
2. Классин, Д.Е. Назначение присадок в моторном масле / Д.Е. Классин – Текст: непосредственный // Молодежь и наука. – 2019. – № 10-11. – С. 22.
3. Королев, А.Е. Органическая присадка серы к моторному маслу / А.Е. Королев. – Текст: непосредственный // – 2020. – № 10(49). – С. 577-581.
4. Петина, И.И. Классификация присадок моторных масел, используемых в сельскохозяйственной технике / И.И. Петина, Т.Ю. Холопова, В.В. Хатунцев. – Текст: непосредственный // Наука и Образование. – 2020. – Т. 3. – № 2. – С. 56.

УДК 631.3.02

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАБОЧЕГО ОРГАНА ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЯ

*Хузин Линур Фанурович, студент-бакалавр
Гимазов Данир Флюорович, студент-бакалавр
Мухаметдинов Айрат Мидхатович, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО БГАУ, г. Уфа, Россия*

Аннотация: в статье приводится исследование конструкции рабочего органа глубокорыхлителя.

Ключевые слова: рабочий орган, рыхлитель, нож, разработка глубокорыхлителя

Введение. В настоящее время в Республике Башкортостан увеличивается площади под посев масличных культур, так как они являются высоко-

корентабельными культурами [1,2,4,5,6,7,8,9]. В последние годы увеличивают площади под посев масличных культур.

Целью данной статьи является разработка рабочего органа глубокорыхлителя. Рабочий орган глубокорыхлителя, включающий стойку, на которой расположены долото, передний нож и сквозные отверстия для симметричного крепления пары боковых ножей относительно стойки, отличающийся тем, что передний нож имеет треугольную форму. Благодаря, такой формы переднего ножа глубокорыхлитель в засушливую погоду разбивает комки почвы.

Учеными установлено, что при выращивании подсолнечника наблюдается снижение плодородия почвы. Соответственно предлагается повышение плодородия почвы за счет применения глубокорыхлителя с разработанными противорежущими ножами.

Так же ими установлено, что частота засух увеличивается, что приводит к уменьшению наличия влаги в почве и образованию глыб при отвальной вспашке. Как известно, с увеличением глубины увеличивается наличие влаги в почвенных слоях. Соответственно необходимо производить безотвальную обработку почвы.

Использование глубокорыхлительных рабочих органов позволяет разрушить плужную подошву, разрезая и разрыхляя уплотненные слои почвы. В результате такой обработки значительно повышается плодородность земель.

В связи с тем, что у подсолнечника стрежневая корневая система, корни достигают глубины более 1,5 м им необходимо получать питательные вещества и влагу во весь период роста и развития. Но особую роль играет получение влаги в начальный период роста корневой системы.

Проведя обзор существующих конструкций, выявили недостатки: применяемые в хозяйствах Республики рабочие органы не в полной мере соответствуют требованиям по агротехнике в засушливый период. Остаются комки, а для разбиения этих комков мы используем рассматриваемый глубокорыхлитель.

Для проверки работоспособности рассматриваемого глубокорыхлителя мы произвели расчеты в программном комплексе КОМПАС 3D-АРМ FEM.

Проводится статический расчет прилагаемых усилий на конструкцию.

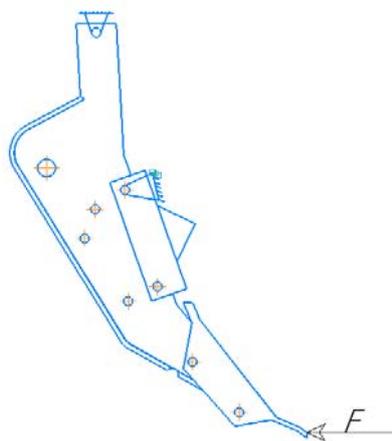


Рисунок 1 – Расчетная схема рабочего органа

На рисунке 2 показана трехмерная модель в программе КОМПАС-3D.

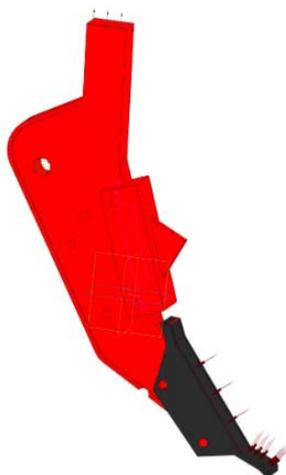


Рисунок 2 – Окно программного комплекса КОМПАС 3D-АРМ FEM – Трехмерная модель глубокорыхлителя

На рисунке 3 показано окно программного комплекса КОМПАС 3D-АРМ FEM параметры и результаты разбиения.

Параметры и результаты разбиения

Наименование	Значение
Тип элементов	10-узловые тетраэдры
Максимальная длина стороны элемента [мм]	5
Максимальный коэффициент сгущения на поверхности	1.2
Коэффициент разрежения в объеме	1.5
Количество конечных элементов	45745
Количество узлов	71232

Рисунок 3 – Окно программы

Инерционные характеристики модели

Наименование	Значение
Масса модели [кг]	4.019278
Центр тяжести модели [м]	(-0.011906 ; 0.01506 ; 0.029051)
Моменты инерции модели относительно центра масс [кг*м ²]	(0.017695 ; 0.023083 ; 0.006264)
Реактивный момент относительно центра масс [Н*м]	(0.042841 ; -62.884559 ; -0.02701)
Суммарная реакция опор [Н]	(346.86944 ; -0 ; 345.208273)
Абсолютное значение реакции [Н]	489.374253
Абсолютное значение момента [Н*м]	62.88458

Рисунок 4 – Окно программы

Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Эквивалентное напряжение по Мизесу	SVM [МПа]	0.00699	60.383693

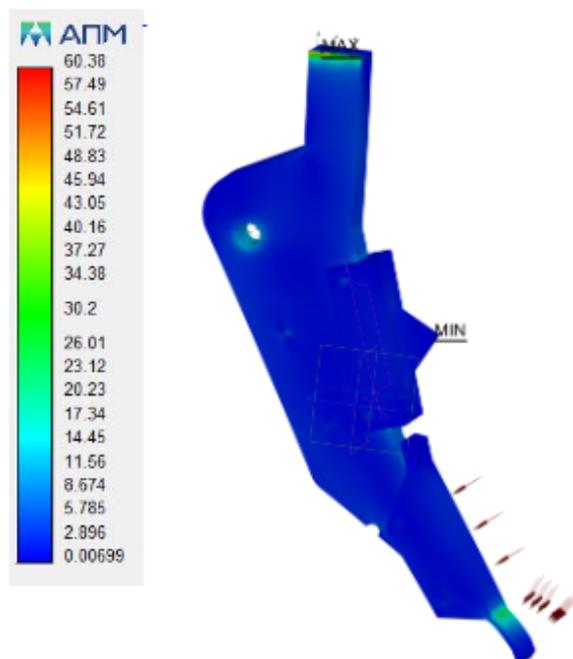


Рисунок 5 – Окно программного комплекса КОМПАС 3D-АРМ FEM – карта напряжение

В результате расчетов при помощи напряжение составило: min = 0,0069 МПа, max =60,38 МПа.

Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Суммарное линейное перемещение	USUM [мм]	0	0,046493

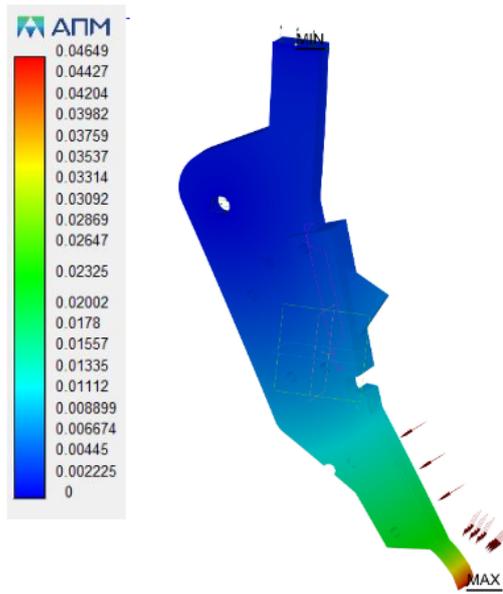


Рисунок 6 – Окно программного комплекса КОМПАС 3D-APM FEM – Карта перемещение

В результате расчетов при помощи программы КОМПАС 3D-АПМ FEM деформация составила: $\min = 0$ мм, $\max = 0,0464$ мм.

Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Коэффициент запаса по текучести		3,891779	10

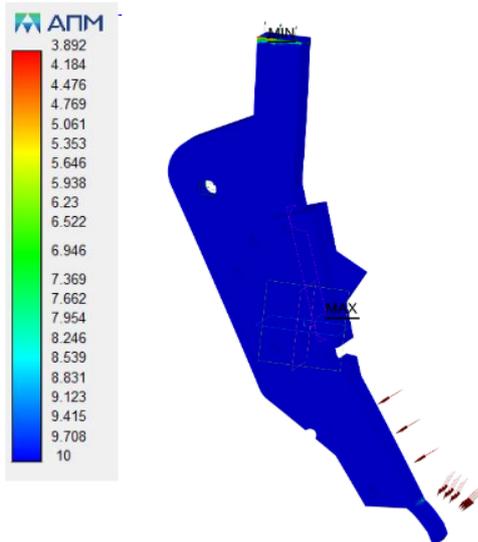


Рисунок 7 – Окно программного комплекса КОМПАС 3D-APM FEM – коэффициент запаса по текучести

Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Коэффициент запаса по прочности		6.789913	10

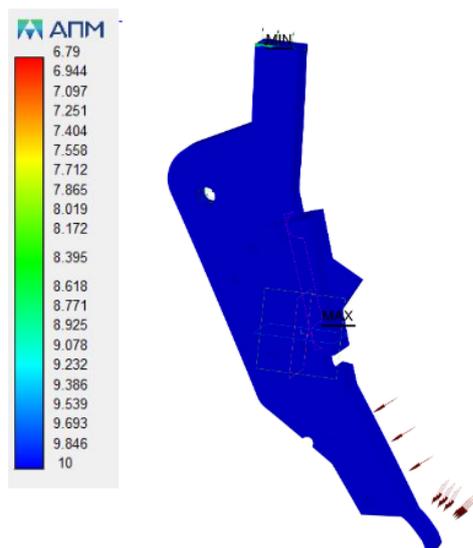


Рисунок 8 – Окно программного комплекса КОМПАС 3D-АПМ FEM – Карта коэффициента запаса по прочности

В результате расчетов при помощи программы КОМПАС 3D-АПМ FEM коэффициент запаса по текучести составил: $\min = 3,892$, $\max = 10$.

В результате расчетов при помощи программы КОМПАС 3D-АПМ FEM коэффициент запаса по прочности составил: $\min = 6,79$, $\max = 10$.

Прочностные расчеты на КОМПАС 3D-АПМ FEM показывают, что предположенная конструкция рабочего органа глубокорыхлителя с установленным ножом для скалывания почвенных глыб приложенные нагрузки выдерживает и показала себя вполне работоспособным рабочим органом.

Список литературы

1. Мухаметдинов, А.М. Результаты лабораторно-полевых исследований экспериментального комбинированного сошника / С.Г. Мударисов, А.М. Мухаметдинов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Особенности развития агропромышленного комплекса на современном этапе. Материалы Всероссийской научно-практической конференции в рамках XXI Международной специализированной выставки "АгроКомплекс-2011". – 2011. – С. 58-61.
2. Мударисов, С.Г. Результаты экспериментальных исследований посевной секции для посева по нулевой технологии / С.Г. Мударисов, И.М. Фархутдинов, А.М. Мухаметдинов [и др.]. – Текст: непосредственный // В сборнике: Аграрная наука в инновационном развитии АПК. Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». Башкирский государственный аграрный университет. – 2015. – С. 319-322.

3. Мухаметдинов, А.М. Применение программных комплексов при разработке рабочего органа для обработки почвы / А.М. Мухаметдинов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Научные основы повышения эффективности сельскохозяйственного производства. – 2019. – С. 84-88.
4. Фархутдинов, И.М. Модернизация конструктивно-технологической схемы посевной секции сеялки для посева по no-till технологии / И.М. Фархутдинов, М.М. Ямалетдинов. – Текст: непосредственный // В сборнике: IX Промышленный салон. Материалы V Международной научно-практической конференции. – 2014. – С. 230-234.
5. Ямалетдинов, М.М. Эксплуатационная оценка пропашной сеялки /М.М. Ямалетдинов, Р.Р. Шарипов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Аграрная наука в инновационном развитии АПК. Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 85-летию Башкирского государственного аграрного университета, в рамках XXV Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2015». Башкирский государственный аграрный университет. – 2015. – С. 334-338.
6. Ямалетдинов, М.М. Выбор оптимальной пропашной сеялки /М.М. Ямалетдинов, Р.Р. Шарипов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Перспективы инновационного развития АПК. Материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXIV Международной специализированной выставки "Агрокомплекс–2014". – 2014. – С. 161-167.
7. Галлямов, Ф.Н. Разработка систем контроля высева семян для зерновых сеялок / Ф.Н. Галлямов, А.В. Шарафутдинов, М.В. Пятаев. – Текст: непосредственный // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3 (55). – С. 99-107.
8. Мухаметдинов, А.М. Обзор современных технических средств для обработки почвы и посева для почвозащитной технологии / А.М. Мухаметдинов. – Текст: непосредственный // Молодежная наука и АПК: проблемы и перспективы: материалы VII Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, Уфа, 22 декабря 2014 года / Башкирский государственный аграрный университет. Том II. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2014. – С. 52-56.
9. Глубококорыхлители. – Текст: электронный. – URL: <http://bam-tyumen.ru/>

**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ**

*Шестаков Матвей Евгеньевич, студент-магистрант
Корепин Вадим Александрович, студент-магистрант
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Анотация:** в статье представлена методика проведения экспериментальных исследований измельчителя корнеклубнеплодов.*

***Ключевые слова:** фактор, режим, параметр, исследование, измельчитель, корнеклубнеплоды, энергетическая, характеристика*

Основными задачами экспериментальных исследований было изучение влияния различных факторов на показатели работы измельчителя корнеклубнеплодов, определение оптимальных конструктивных параметров машины и режимов работы, а также получение информации о работе измельчителя в условиях реальной эксплуатации.

Для выполнения поставленных задач необходимо:

Изготовить лабораторную установку измельчителя корнеклубнеплодов с возможностью регулирования основных параметров и режимов работы.

Разработать и изготовить стенд для управления измельчителем, снятия и регистрации энергетических характеристик.

Исследовать влияние технологических и конструктивных параметров измельчителя на показатели его работы.

Определить оптимальные значения основных параметров установки.

Проверить достоверность полученных теоретических зависимостей.

Для измерения и регистрации контролируемых параметров при исследовании измельчителя корнеклубнеплодов были использованы различные приборы и устройства. Перечень измерительной аппаратуры, используемой при экспериментальных исследованиях, приведен в таблице 1.

Ввиду незначительности потребляемой измельчителем мощности, вся электроизмерительная аппаратура располагалась в одном специально оборудованном месте. Общий вид измерительного стенда представлен на рисунке 1. На рисунке 2 представлена принципиальная электрическая схема стенда. Она включает пускорегулирующую аппаратуру и комплект контрольно-измерительных приборов, в который входят самопишущий ваттметр (W) и счетчик активной энергии (Wh) [1].

Таблица 1 – Приборы и измерительная аппаратура для экспериментальных исследований измельчителя корнеклубнеплодов

№ п/п	Наименование	Марка	Кол-во	Назначение
1.	Самопишущий ваттметр	Н-3095	1	Измерение и запись потребляемой мощности электродвигателя
2.	Счетчик активной энергии	СА-4А	1	Измерение потребляемой мощности электродвигателем
3.	Тахометр	T410-P	1	Измерение частоты вращения
4.	Весы лабораторные	ВПКТ-500Г-М	1	Определение массы проб материала
5.	Весы платформенные	РП-100	1	Определение пропускной способности агрегата
6.	Секундомер	СДС _{пр1}	1	Определение времени опыта
7.		-	1	Определение равномерности дозирования и пропускной способности
8.	Ручной классификатор	-	1	Определение гранулометрического состава измельченного продукта
9.	Угломер	-	1	Измерение углов
10.	Измерительный комплект	К-540	1	Измерение силы тока, напряжения, активной и реактивной мощностей
11.	Комплект аппаратуры	К-008	1	Регистрация и запись сигналов
12.	Прибор для определения площади осциллограмм	ПОБД-12	1	Определение площади осциллограмм



Рисунок 1 – Общий вид измерительного стенда

Для дополнительного контроля во время опытов одновременно регистрировались средние значения напряжения питания сети, силы тока и потребляемой мощности с помощью измерительного комплекта К-505 (К-540), представляющим собой комбинацию приборов, состоящую из вольтметра, амперметра и ваттметра.

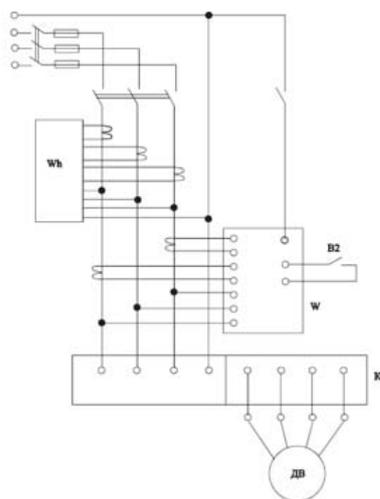


Рисунок 2 – Принципиальная электрическая схема стенда для проведения испытаний измельчителя

Для измерения частоты вращения роторов использовали тахометр Е410-Р. Продолжительность опыта измеряли секундомером СДС_{пр1}. Пропускная способность и равномерность дозирования измерялись с помощью массоизмерителя, общий вид которого изображен на рисунке 3. Он состоит из рамы с шарнирно закрепленным на ней ленточным транспортером, с приводом от мотор-редуктора, который принимает на себя и перемещает измельченный продукт. Под действием поступающего продукта транспортер поворачивается относительно шарнира, закрепленного на раме, воздействуя на тензометрическое звено, закрепленное на основании рамы, при этом происходит деформация тензодатчиков, изменяется их сопротивление, что приводит к изменению электрического сигнала, снимаемого с массоизмерителя. Сигнал регистрируется на осциллограмме комплекта аппаратуры К008. Для гашения колебаний транспортера установлен масляный демпфер.



Рисунок 3 – Массоизмеритель

Контрольное взвешивание после массоизмерителя производилось на весах РП-100.

Разделенный на фракции измельченный продукт, взвешивался на весах ВЛКТ-500Г-М.

Разделение на фракции измельченных корнеклубнеплодов производилось с помощью ручного классификатора его схема представлена на рисунке 4.

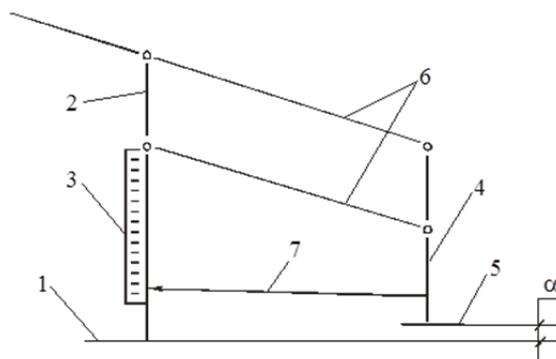


Рисунок 4 – Ручной классификатор:

1 - основание, 2 - стойка вертикальная, 3 - шкала измерительная, 4 - стойка подвижная, 5 - площадка измерительная, 6 - механизм параллелограммный, 7 – указатель

Состоит он из основания 1 с жестко закрепленной на нем вертикальной стойки 2 с измерительной шкалой 3. С помощью параллелограммного механизма, подвижная стойка 4 связана неподвижно с площадкой 5, что обеспечивает площадке при вертикальных перемещениях параллельное основанию положение. Величина этого перемещения α отсчитывается указателем 7 на измерительной шкале 3.

Исследования измельчителя корнеклубнеплодов проводили по общепринятым методикам, количество опытов, замеров и проб принимали в соответствии с ОСТ 70.19.2-83.

При проведении исследований учитывались особенности варьируемых факторов. Проводили однофакторные эксперименты, а также опыты с применением методик многофакторного и активно-пассивного экспериментов.

Влияние основных конструктивных и технологических параметров на качество измельчения и удельные энергозатраты определяли с применением планов многофакторного эксперимента первого порядка 2^{5-1} и плана Хартли Na_5 второго порядка.

В ходе исследований измельчителя в качестве исходного измельчаемого материала использовались: картофель комбайновой уборки сорта Невский.

Для определения физико-механических свойств корнеклубнеплодов был проведен анализ литературных источников. На основании анализа и дополнительных исследований фактического материала были установлены следующие свойства корнеклубнеплодов, которые приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные физико-механические свойства корнеклубнеплодов

Показатели	Картофель	Свекла кормовая
Диаметр или ширина, мм	55...100	100...180
Длина, мм	75...110	200...350
Средняя объемная масса, кг/м ³	650...730	570...650
Модуль упругости (при сжатии), МПа	3,9...6,9	4,3...6,7
Предел прочности (при сжатии), МПа	1,18...1,96	1,9...2,3
Максимальное относительное сжатие, %	25...30	40...55
Угол естественного откоса, град.	25...27	35...40

Равномерность дозирования определяется с помощью массоизмерителя. Перед началом опытов производили тарировку массоизмерителя следующим образом: в бункер измельчителя корнеклубнеплодов засыпали измельчаемый продукт, затем включали массоизмеритель с комплектом аппаратуры и измельчитель, после получения установившегося режима работы делали отметку на осциллограмме и начинали тарировку. Уровень измельчаемого продукта в бункере поддерживали постоянным. Через определенное время делали вторую отметку на осциллограмме и собирали измельченный продукт, прошедший через массоизмеритель за время тарировки. Измельченный продукт взвешивали и по его массе и времени тарировки определяли пропускную способность измельчителя. Учитывая линейность тензометрического датчика, тарированный график строили по двум точкам; одна из них была получена во время тарировки, вторая - нулевая точка.

Зная тарировочный график, производили исследования измельчителя на равномерность дозирования. Для контроля во время опытов корнеклубнеплоды, пропущенные через измельчитель, взвешивали на весах РП-100 и определяли пропускную способность за известное время опыта.

Для определения гранулометрического состава измельченного продукта после каждой повторности отбирали и составляли за период опыта исходный образец, из которого отбирали пробу.

Величину навески рассчитывали по формуле:

$$P_3 = \frac{l_3 \cdot V_3^{2,95}}{7,433 \cdot 10^3}, \quad (1)$$

где P_3 - величина навески, кг; l_3 - средневзвешенный размер частиц, мм; V_3 - коэффициент вариации измельченной массы. Отобранную навеску разделяли на фракции, каждую из которых взвешивали на весах ВПКТ-500Г-М с точностью до 0,01 г и подсчитывали их процентное соотношение по массе. Фракции имели следующую размерность (мм): до 5; от 5,1 до 10; от 10,1 до 15; от 15,1 до 20; свыше 20.

Разделение на фракции производили с помощью ручного классификатора, затем определяли средний размер частиц, являющийся среднеарифметической величиной вариационного ряда.

$$l_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i l_{cp_i}}{\sum_{i=1}^n m_i}, \quad (2)$$

где l_{cp} - средний размер частиц, мм; l_{cp_i} - размер частиц фракции, мм; m_i - масса частиц фракции, г.

Для определения энергоемкости процесса измельчения во время проведения опытов фиксировались по приборам следующие показатели: мощность холостого хода, мощность на привод измельчающих роторов при установившемся режиме работы, время опыта и масса готового продукта за время опыта.

Эффективная и полезная мощности определялись по следующим формулам:

$$W_{эф} = W_{эл} \cdot \eta_{рх} \cdot \eta_p \cdot \eta_{ц}, \quad (3)$$

$$W_{пол} = (W_{эл} \cdot \eta_{рх} - W_{ххэл} \cdot \eta_{хх}) \cdot \eta_p \cdot \eta_{ц}, \quad (4)$$

где $W_{эл}$ - мощность на привод роторов при установившемся режиме работы, замеренная по приборам, кВт; $W_{ххэл}$ - мощность холостого хода дробилки, замеренная по приборам, кВт; $W_{эф}$ - эффективная мощность, кВт; $W_{пол}$ - полезная мощность, кВт; $\eta_{рх}$ - КПД электродвигателя при рабочем режиме; η_p - КПД редуктора; $\eta_{ц}$ - КПД цепной передачи; $\eta_{хх}$ - КПД электродвигателя при холостом ходе.

Энергоемкость процесса измельчения или удельные энергозатраты, отнесенные к единице массы готового продукта определялись по формуле:

$$\mathcal{E}_{эл} = \frac{W_{эл}}{Q}, \quad (5)$$

где Q - пропускная способность измельчителя, т/ч; $\mathcal{E}_{эл}$ - удельные энергозатраты, отнесенные к единице массы готового продукта, кВт·ч/т.

Пропускная способность измельчителя определялась по формуле:

$$Q = \frac{3,6 \cdot G}{t}, \quad (6)$$

где G - масса готового продукта за время опыта, кг; t - время опыта, с.

Удельные затраты эффективной и полезной мощности, отнесенные к единице массы готового продукта, определялись по формулам:

$$\mathcal{E}_{эф} = \frac{W_{эф}}{Q}, \quad (7)$$

$$\mathcal{E}_{пол} = \frac{W_{пол}}{Q}, \quad (8)$$

где $\mathcal{E}_{эф}$ - удельные затраты эффективной мощности, кВт·ч/т; $\mathcal{E}_{пол}$ - удельные затраты полезной мощности, кВт·ч/т.

При проведении исследований измельчителя корнеклубнеплодов очень

важным является выбор критериев оптимизации. Данный показатель должен являться совокупной и исчерпывающей характеристикой объекта исследования.

Список литературы

1. Шестаков, М.Е. Модели функционирования измельчителя корнеклубнеплодов для приготовления кормосмесей на животноводческих фермах / М.Е. Шестаков, В.А. Корепин, А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // Передовые достижения науки в молочной отрасли. Сборник научных трудов по результатам работы IV Международной научно-практической конференции, посвящённой дню рождения Николая Васильевича Верещагина. – 2022. – С. 211-214.

УДК 631.363.23

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

*Шестаков Матвей Евгеньевич, студент-магистрант
Корепин Вадим Александрович, студент-магистрант
Михайлов Андрей Сергеевич, науч. рук., к.т.н.
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Анотация: в статье представлены результаты экспериментальных исследований измельчителя корнеклубнеплодов.

Ключевые слова: фактор, варьирование, режим, параметр, эксперимент, исследование, измельчитель, корнеклубнеплоды, оптимум

Для изучения и описания области оптимума использованы методы планирования эксперимента второго порядка. В частности, была реализована матрица плана Хартли Ha_5 . Оценивалось влияние пяти факторов на три критерия оптимизации. [1]

В виду того, что большинство парных взаимодействий факторов оказывает существенное влияние на режимы рабочего процесса измельчителя, число варьируемых факторов и сами факторы остались прежними. Матрица плана, уровни варьирования факторов и результаты исследований приведены в таблице 1.

После реализации опытов по плану экспериментальные данные были обработаны на компьютере Pentium с помощью программы Statgraphic Plus 3.1. for Windows. В результате были рассчитаны оценки коэффициентов регрессии и получены математические модели. Они имеют следующий вид:

$$y_1 = 45,35 + 1,16x_1 - 0,833x_5 - 1,06x_1x_3 - 0,44x_1x_4 - 0,94x_1x_5 - 0,19x_2x_5 - 1,06x_3x_5 + 4,69x_4x_5 + 17,60x_1^2 + 4,10x_2^2 + 4,60x_3^2 + 2,11x_4^2 + 4,11x_5^2; \quad (1)$$

$$y_2 = 0,23 - 0,08x_1 + 0,02x_2 - 0,07x_3 + 0,02x_1x_3 - 0,02x_1x_4 + 0,01x_2x_3 + 0,06x_3^2; \quad (2)$$

$$y_3 = 3,23 + 1,09x_1 - 0,32x_2 + 1,14x_3 + 0,14x_4 - 0,16x_1x_2 + 0,31x_1x_3 + 0,25x_1x_4 + 0,16x_2x_4 + 0,11x_2x_5 - 0,14x_3x_5 + 1,12x_1^2 - 0,25x_2^2 - 0,86x_3^2 - 0,28x_4^2. \quad (3)$$

Оценки коэффициентов регрессии, абсолютная величина которых меньше доверительного интервала, исключены из математических моделей. Для проверки адекватности полученных моделей использовались критерии Фишера, расчетные значения которого сравнивали с табличными. Полученные математические модели адекватны с 95%-ной вероятностью.

Таблица 1 – Матрица плана Хартли Na_5 и результаты экспериментальных исследований

Уровни варьирования факторов	Факторы					Критерии оптимизации		
	Величина выступа ножа над поверхностью ротора Δ , м	Высота установки противорезущей пластины h , м	Скорость вращения роторов ω , c^{-1}	Высота роторов относительно друг друга l , м	Угол установки стенок бункера φ , град.	Содержание частиц размером 3...15 мм Θ , %	Энергоемкость процесса Ξ , кВт·ч/т	Производительность Q , т/ч
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	y_1	y_2	y_3
Верхний уровень (+1)	0,015	+0,050	1,17	+0,100	90			
Основной уровень (0)	0,0115	0	0,835	0,050	60			
Нижний уровень (-1)	0,008	-0,050	0,5	0	30			
1	+1	+1	+1	+1	+1	80,0	0,152	4,88

2	-1	-1	+1	+1	+1	80,0	0,270	2,88
3	-1	+1	-1	-1	-1	83,0	0,481	1,08
4	+1	-1	-1	-1	-1	85,0	0,245	2,28
5	-1	+1	-1	+1	+1	83,0	0,520	0,96
6	+1	-1	-1	+1	+1	84,0	0,181	3,25
7	+1	+1	+1	-1	-1	83,0	0,163	4,54
8	-1	-1	+1	-1	-1	86,0	0,232	3,28
9	-1	+1	+1	+1	-1	80,0	0,302	2,25
10	+1	-1	+1	+1	-1	73,0	0,134	6,58
11	+1	+1	-1	-1	+1	74,0	0,290	1,96
12	-1	-1	-1	-1	+1	72,0	0,410	1,34
13	-1	+1	+1	-1	+1	73,0	0,261	2,87
14	+1	-1	+1	-1	+1	74,0	0,167	5,04
15	+1	+1	-1	+1	-1	72,0	0,316	1,71
16	-1	-1	-1	+1	-1	71,0	0,450	1,11
17	0	0	0	0	0	73,0	0,233	2,96
18	+1	0	0	0	0	75,0	0,124	6,95
19	-1	0	0	0	0	44,0	0,346	1,82
20	0	+1	0	0	0	46,0	0,244	2,85
21	0	-1	0	0	0	46,0	0,222	3,19
22	0	0	+1	0	0	46,0	0,221	3,38
23	0	0	-1	0	0	47,0	0,343	1,43
24	0	0	0	+1	0	44,0	0,206	3,58
25	0	0	0	-1	0	44,0	0,259	2,36
26	0	0	0	0	+1	45,0	0,198	3,53
27	0	0	0	0	-1	47,0	0,237	2,83

Анализ модели (1) процентного содержания фракции 3...15 мм показывает, что наибольшее влияние на критерий оптимизации оказывает величина выступа ножей над поверхностью ротора ($b_{11}=17,60$; $b_1=1,16$) - с его увеличением до 0,015 м качество измельчения повышается. Коэффициенты ($b_{22}=4,10$; $b_{33}=4,60$; $b_{55}=4,11$) свидетельствует о том, что с их увеличением процентное содержание фракции 3...15 мм увеличивается.

Энергоемкость процесса (2) также значительно зависит от величины выступа ножа над поверхностью ротора ($b_1=-0,08$) - с его увеличением энергоемкость снижается. Увеличение скорости вращения роторов ($b_3=-0,07$) снижает энергозатраты.

На производительность установки (3) наибольшее влияние оказывает ($b_3=1,14$) скорость вращения роторов - с ее увеличением пропускная способность возрастает.

Анализ математических моделей проводился также графоаналитическим способом с помощью наложения двумерных сечений (рис.1).

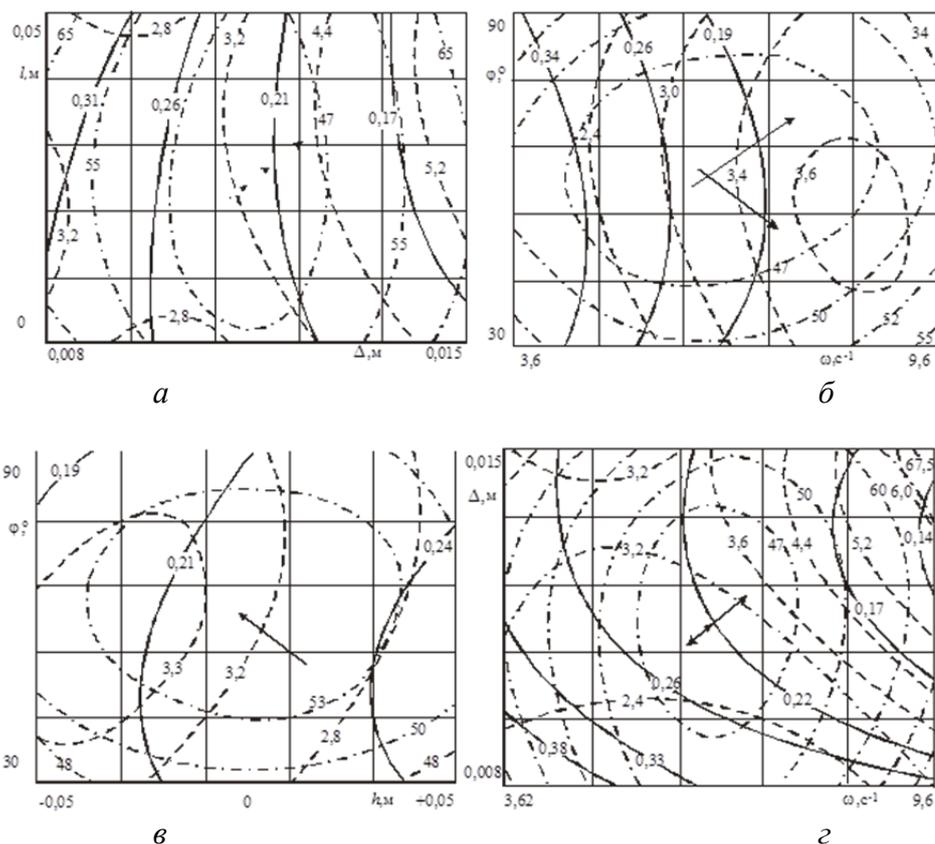


Рисунок 1 – Двумерные сечения поверхности отклика, характеризующие содержание частиц размером 3...15 мм Θ (-·-), энергоёмкость процесса Ξ (-) и производительность Q (- -)

На рисунке 1, *а* представлены двумерные сечения зависимостей критериев оптимизации от величины выступа ножей над поверхностью ротора Δ и высоты роторов относительно друг друга l при фиксированных факторах x_2, x_3, x_5 на нулевых уровнях. Из анализа двумерных сечений видно, что с увеличением величины выступа ножей над поверхностью ротора с 0,008 до 0,015 м энергозатраты снижаются с 0,31 до 0,16 кВт·ч/т, производительность увеличивается с 3,2 до 5,5 т/ч, процентное содержание фракции 3...15 мм возрастает до 65%.

Анализ двумерных сечений (рис.1, *б*) в координатах угловой скорости вращения роторов ω и угла установки стенок бункера φ показывает, что минимальные энергозатраты, максимальное качество частиц фракции 3...15 мм и максимальная производительность достигаются при угловой скорости вращения роторов $\omega=9,0...9,6 \text{ с}^{-1}$.

Двумерные сечения (рис.1, *в*) показывают, что лучшие показатели критериев оптимизации достигаются, когда высота установки противорезающей пластины и угол установки стенок бункера зафиксированы на нулевом уровне.

Анализ двумерных сечений (рис.1, *г*) в координатах скорости вращения барабанов и вылета ножей над поверхностью ротора показывает, что

производительность $Q=6,0$ т/ч и максимальное количество частиц фракции 3...15 мм в готовом продукте достигается при $\omega=9,6$ с⁻¹ и $\Delta=0,015$ м, но при этом удельные энергозатраты увеличиваются с 0,21 до 0,38 кВт·ч/т.

Таким образом, в результате исследований измельчителя с применением методов планирования эксперимента второго порядка были зафиксированы следующие значения его оптимальных факторов: величина выступа ножа над поверхностью ротора $\Delta=0,015$ м – на верхнем уровне, при измельчении корнеклубнеплодов для крупного рогатого скота и $\Delta=0,0115$ м – на основном уровне, для молодняка крупного рогатого скота; высота установки противорежущей пластины $h=0$ – на нулевом уровне; высота роторов относительно друг друга $l=0$ – на нижнем уровне и угол установки стенок бункера $\varphi=60^\circ$ – на основном уровне. Скорость вращения роторов выбирается в зависимости от необходимой пропускной способности измельчителя.

Список литературы

1.Шестаков, М.Е. Модели функционирования измельчителя корнеклубнеплодов для приготовления кормосмесей на животноводческих фермах / М.Е. Шестаков, В.А. Корепин, А.С. Михайлов. – Текст: непосредственный // Передовые достижения науки в молочной отрасли. Сборник научных трудов по результатам работы IV Международной научно-практической конференции, посвящённой дню рождения Николая Васильевича Верещагина. – 2022. – С. 211-214.

УДК 631.365.29

МЕТОДИКИ РАСЧЕТА СУШИЛКИ ДЛЯ ЛЬНОСЫРЬЯ

*Шушков Роман Анатольевич, к.т.н., доцент
Осовской Сергей Николаевич, студент-магистрант
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: на рентабельность агропромышленного комплекса значительное влияние оказывает сохранность произведенной сельскохозяйственной продукции. Одним из способов сохранения выращенного урожая является его сушка. В работе представлены методики расчёта универсальной двухпоточной конвейерной сушилки для льносырья: тресты и вороха.

Ключевые слова: льноводство, уборка урожая, сушка льносырья

В процессе уборки льна получают два вида сырья – семенные головки и тресту. Это сырье должно отвечать следующим требованиям: семена должны иметь влажность 13 %, льнотреста – 19 %. Но в отдельные годы

из-за неблагоприятных погодных условий добиться таких требований путем естественной сушки в период уборки в условиях Вологодской области весьма проблематично [1-8].

Использование дополнительных приемов по снижению влажности льна: растил лент на аэрационных каналах, оборачивание и ворошение лент, установка тресты в конусы не всегда позволяет создать условия для получения урожая кондиционной влажности, а также значительно увеличивает затраты труда [1].

Трудность уборки льна дополнительно осложняется неодновременностью созревания семян и льноволокнистой части стебля. Начав уборку льна в стадии ранней желтой спелости, получаем льноволокно лучшего качества, так как вылежка тресты проходит в более благоприятных погодных условиях конца августа и начала сентября. Семена льна, убранные в стадии ранней желтой спелости, ещё не созрели. Им требуется определенный период дозревания, который можно обеспечить путем активного вентилирования неподогретым или подогретым до 30-35 °С воздухом на специальных площадках [1-5].

Для доведения до кондиционной влажности урожая предлагается в льносеющих хозяйствах области при раздельном способе уборки внедрять пункты сушки льносырья. Они позволят выполнять дозревание семенной части, а также последующую досушку отсепарированного льновороха и льнотресты. Основу предлагаемого пункта должна составить универсальная энергосберегающая сушилка.

Ниже представлена методика расчета сушилки для сушки льнотресты.

Масса ленты на конвейере сушилки:

$$m_{л} = m_1 \cdot l_c \quad (1)$$

где m_1 – масса одного погонного метра ленты тресты, кг; $m_1 = 3,5-5$ кг;

l_c – длина ленты конвейера, м.

Количество удаляемой влаги из ленты:

$$Q_{у.в} = m_{л} \frac{W_n - W_k}{100 - W_k} \quad (2)$$

где W_n – начальная влажность материала, %;

W_k – конечная влажность материала, %.

Необходимое количество воздуха для удаления влаги из ленты льнотресты:

$$Q_{вз} = \frac{Q_{у.в} \cdot 10^3}{d_o \cdot \rho_{вз}} \quad (3)$$

где d_o – влагопоглощительная способность воздуха, г/кг; $d_o = 3$ г/кг;

$\rho_{вз}$ – плотность воздуха, кг/м³; $\rho_{вз} = 1,2$ кг/м³.

Продолжительность вентилирования:

$$T_{\text{вт}} = \frac{Q_{\text{вз}}}{q_{\text{вт}}} \quad (4)$$

где $q_{\text{вт}}$ – производительность вентилятора, м³/ч;
 $q_{\text{вт}} = 40000$ м³/ч (для вентилятора ВПТ-600).

Необходимый диапазон скоростей движения ленты:

$$v_{\text{л}} = \frac{l_{\text{с}}}{T_{\text{вт}}} \quad (5)$$

Время прохождения ленты или прерывистость сушки:

$$T_{\text{ос}} = \frac{60}{v_{\text{л}}} \quad (6)$$

Необходимое количество тепла для удаления влаги из ленты:

$$\theta = \frac{Q_{\text{у.в}} \cdot r_0}{\eta_{\text{с}}} \quad (7)$$

где r_0 – удельная теплота испарения влаги, кДж/кг; $r_0 = 2380$ кДж/кг;
 $\eta_{\text{с}}$ – КПД сушилки; $\eta_{\text{с}} = 0,6$.

Расход тепла:

$$q_{\text{т}} = \frac{\theta}{\lambda} \quad (8)$$

где λ – теплотворная способность топлива, кДж/кг; для природного газа
 $\lambda = 33500$ кДж/кг.

Количество рулонов, получаемых с одного гектара:

$$n_{\text{р}} = \frac{Y_{\text{тр}}}{m_{\text{р}}} \quad (9)$$

где $Y_{\text{тр}}$ – урожайность тресты, т/га; $Y_{\text{тр}} = 2,6$ т/га;

$m_{\text{р}}$ – масса одного рулона льнотресты, кг; $m_{\text{р}} = 180-220$ кг.

Длина каждой ленты с одного гектара при заданной её плотности:

$$l_{\text{га}} = \frac{Y_{\text{тр}}}{m_{\text{л}}} \quad (10)$$

Количество сушек влажной льнотресты с 1 га при заданной её плотности:

$$n_{\text{с}} = \frac{l_{\text{га}}}{2 \cdot l_{\text{с}}} \quad (11)$$

Продолжительность сушки влажной льнотресты с одного гектара:

$$T_{\text{с}} = n_{\text{с}} \cdot T_{\text{вт}} \quad (12)$$

Количество тепла для удаления влаги из льнотресты с площади одного гектара:

$$\Theta_{\text{га}} = \theta \cdot n_{\text{с}} \quad (13)$$

Количество тепла, расходуемое на 1 т влажной тресты:

$$Q_{\text{вл}} = \frac{\Theta_{\text{га}}}{M_{\text{вл}}} \quad (14)$$

Количество тепла, расходуемое на 1 т сухой тресты:

$$Q_{\text{сх}} = \frac{\Theta_{\text{га}}}{M_{\text{сх}}} \quad (15)$$

Расход газа на сушку 1 т влажной тресты с одного гектара:

$$q_{\text{вл}} = \frac{Q_{\text{вл}}}{\lambda} \quad (16)$$

Расход газа на сушку 1 т сухой тресты с одного гектара:

$$q_{\text{сх}} = \frac{Q_{\text{сх}}}{\lambda} \quad (17)$$

Масса тресты, высушенной за $n^{\text{ое}}$ количество дней:

$$M_{\text{тр}} = n_{\text{д}} \cdot n_{\text{га}} \cdot Y_{\text{тр}} \quad (18)$$

где $n_{\text{д}}$ – количество дней работы пункта; $n_{\text{д}} = 15-20$ дней;

$n_{\text{га}}$ – количество гектаров с которых высушивают тресту за день, га.

Ниже представлена методика расчета сушилки для сушки льновороха.

Объемная масса льняного вороха:

$$G_{\text{лв}} = G_0 + k \cdot W_{\text{н}} \quad (19)$$

где G_1 – объемная масса сухого вещества, кг/м³; $G_1 = 145,5$ кг/м³;

k – коэффициент зависящий от состава вороха; $k = 2,39$;

$W_{\text{н}}$ – начальная влажность материала, %.

Масса льняного вороха:

$$m_{\text{лв}} = 2 \cdot l_{\text{с}} \cdot b \cdot h \cdot G_{\text{лв}} \quad (20)$$

где $l_{\text{с}}$ – длина ленты конвейера, м;

b – ширина ленты конвейера, м;

h – толщина слоя льновороха, м.

Количество удаляемой влаги:

$$Q_{\text{у.в}} = m_{\text{лв}} \frac{W_{\text{н}} - W_{\text{к}}}{100 - W_{\text{к}}} \quad (21)$$

Необходимое количество воздуха для удаления влаги из слоя льновороха:

$$Q_{\text{вз}} = \frac{Q_{\text{у.в}} \cdot 10^3}{d_{\text{о}} \cdot \rho_{\text{вз}}}$$

Продолжительность вентилирования:

$$T_{\text{вт}} = \frac{Q_{\text{вз}}}{q_{\text{вт}}}$$

Необходимый диапазон скоростей движения ленты:

$$v_{л} = \frac{l_c}{T_{вт}}$$

Время прохождения ленты или прерывистость сушки:

$$T_{ос} = \frac{60}{v_{л}}$$

Необходимое количество тепла для удаления влаги из льновороха:

$$\theta = \frac{Q_{у.в} \cdot r_o}{\eta_c}$$

Расход тепла:

$$q_T = \frac{\theta}{\lambda}$$

Объем влажного льновороха с одного гектара:

$$V_{лв} = 0,703 \cdot Y_c + 2,46 \quad (22)$$

где Y_c – урожайность семян, ц/га; $Y_c = 4$ ц/га.

Масса влажного льновороха с одного гектара:

$$m_{лв}^{га} = G_{лв} \cdot V_{лв} \quad (23)$$

Количество гектаров, с которых можно одновременно загрузить сушилку:

$$n_{га} = \frac{m_{лв}}{m_{лв}^{га}} \quad (24)$$

Лишь адаптация технологии уборки льна к сложным погодным условиям позволит сохранить выращенный урожай. Решением проблемы сохранности выращенного урожая может стать внедрение в льносеющих хозяйствах области пунктов сушки льносырья. Основу пункта сушки льносырья составит двухпоточная конвейерная сушилка, предназначенная для досушки льновороха и лент льнотресты, размотанных из рулонов.

Список литературы

1. Шушков, Р.А. Повышение эффективности послеуборочной обработки льнотресты в рулонах путем оптимизации параметров процесса сушки и режимов работы оборудования (на примере Вологодской области): специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Шушков Роман Анатольевич; ФГБОУ ВПО ВГМХА им. Н.В. Верещагина. – Вологда-Молочное, 2014. – 180 с. – Текст: непосредственный.
2. Орбинский, Д.Ф. Оптимизация транспортных средств при перевозке льносырья / Д.Ф. Орбинский, Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2012. – №5 (23). – С. 136-142.
3. Шушков, Р.А. Распределительное устройство для досушивания рулонов

- льна. / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 5. – С. 44-46.
4. Оробинский, Д.Ф. Повышение эффективности послеуборочных операций заготовки льняного сырья / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Вопросы территориального развития. – 2013. – №9 (9). – С. 4.
5. Шушков, Р.А. Новое устройство для сушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2012. – С. 293-296.
6. Шушков, Р.А. Исследование распределения теплоносителя в процессе досушки рулонов льна / Р.А. Шушков, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: материалы международной научно-практической конференции молодых ученых. Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2013. – С. 222-225.
7. Шушков, Р.А. Предварительные испытания устройства для досушки рулонов льна с подачей теплоносителя внутрь рулона / Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов, Д.Ф. Оробинский. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: материалы научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов СПбГАУ. Санкт-Петербург: СПбГАУ, 2013. – С. 408-412.
8. Шушков, Р.А. Проект участка по переработке льна на базе ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА / Р.А. Шушков. – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2020. – С. 246-250.

УДК 637.12.04/.07

**УМЕНЬШЕНИЕ КОНТАМИНАЦИИ МОЛОКА С ЭТАПОМ
ПЕРВИЧНОЙ ОБРАБОТКИ**

*Яковлева Карина Дмитриевна, студент-бакалавр
Бирюков Александр Леонидович, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: зачастую молоко не соответствует требованиям Российского стандарта, цель статьи подробнее рассказать о том, какие требования СанПиН предъявляются к молоку, какие виды загрязнений бы-

вают и какие способы, и меры помогут повысить качество молока.

Ключевые слова: молоко, санитарные правила и нормативы, загрязнение, технологии, термизация, контаминация

Молоко является некой квинтэссенцией жизни, человек начинает употреблять его с младенчества, а после – может самостоятельно, на протяжении всей жизни, ведь оно содержит в себе все необходимые питательные вещества, витамины и полезные бактерии.

Например, коровье молоко является превосходным источником различных витаминов, таких как В12, В2, кальция и, конечно, белка.

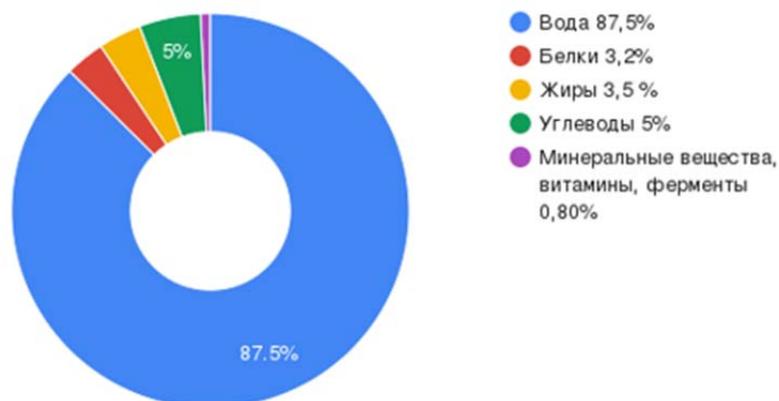


Рисунок 1 – Химический состав коровьего молока

Поэтому крайне необходимым стало введение санитарных правил и нормативов, а также их соблюдение, поскольку риск контаминации молока является очень высоким и в результате молоко из полезного может превратиться в опасный продукт.

Рассмотрим при каких условиях молоко может стать непригодным в употребление в пищу и как это предотвратить.

- Одним из наиболее распространенных видов загрязнения молока является бактериальное. Источником такого рода загрязнения может стать: человек, вредители, экологическая обстановка окружающей среды, где расположено предприятие по производству молока, нарушение технологии производства.
- Химические загрязнения нередко являются первопричиной контаминации, источниками которого являются: тяжелые металлы, пестициды, соли азотной и азотистой кислот. Все эти элементы могут попасть в животное во время кормления, выпаса скота, процесса доения или же из-за загрязненного воздуха, например, если сельхозпредприятие расположено вблизи автотрассы.

Для соблюдения условий ведения производственной деятельности молока и поддержания чистоты на предприятиях, существуют определенные санитарные правила и нормы, такие как, СанПин 2.3.4.551-96 «2.3.4. предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности (технологи-

ческие процессы. сырье) производство молока и молочных продуктов», где прописаны меры и профилактики загрязнения [1]:

- Аппаратура и оборудование должны быть окрашены краской, не содержащей примесей свинца, хрома и кадмия;
- Резервуары для изготовления и хранения молока должны быть снабжены плотно закрывающимися крышками;
- Оборудование, аппаратура, инвентарь, молокопроводы должны подвергаться тщательной мойке и дезинфекции;
- При хранении сырого молока на заводе, охлажденное молоко не должно смешиваться с хранившимся (охлажденным) молоком, молоко с кислотностью не более 18°T , охлажденное до 4°C , может храниться до отправки не более 6 ч, а охлажденное до 6°C - не более 4 ч.

Вместе с этим для уменьшения контаминации молока применяются технологии, позволяющие улучшить качество молока-сырья, снизить уровень бактериальной обсемененности и продлить срок его хранения.

Одна из таких технологий носит название: «Термизация молока с последующим охлаждением во время дойки». Суть технологии заключается в нагреве молока до температурного значения в 63°C градуса Цельсия, с выдержкой в течение 15 секунд и последующим охлаждением до температуры в 36°C градусов Цельсия.

Можем схематично рассмотреть процесс термизации молока.

Кроме этого, существуют и другие методы, например: бактофуговирование, микрофльтрация, униполярная электроактивация, использование нетканых фильтрующих элементов.

Все они направлены на снижение бактериальной обсемененности молока, т.е. на снижение уровня его контаминации.

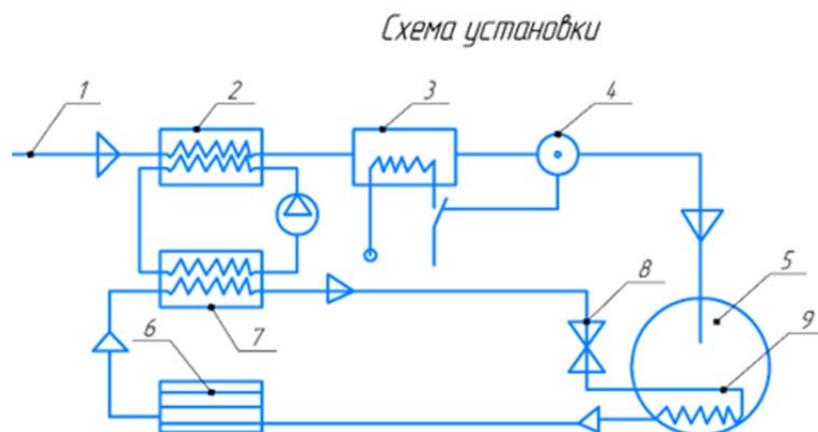


Рисунок 2 – Схема установки термизации молока с последующим охлаждением во время дойки:

- 1 – молокопровод; 2 - рекуперативный теплообменник термизации;
- 3 – электроподогреватель; 4 – термореле; 5 – танк охладитель;
- 6 – компрессор; 7 – конденсатор с теплообменником;
- 8 – терморегулирующий вентиль; 9 – испаритель в танке охладителя

У предприятий такого направления, как производство молока-сырья, на первом месте должна стоять гигиена и профилактика загрязнений, проверка условий содержания скота и уровень загрязненности окружающей среды. Помимо системного подхода к требованиям, важную роль играет процесс первичной и последующей обработок молока и соблюдение санитарных условий его транспортировки.

Список литературы

1. Санитарные правила и нормы 2.3.4. Предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности (технологические процессы. Сырье) Производство молока и молочных продуктов Production of milk and milkproducts. Sanitary regulations – Текст: электронный. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293855/4293855287.htm>
2. Гайдидей, С.В. Устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки / С.В. Гайдидей, Н.И. Кузнецова, Е.С. Лисина – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: материалы IV международной молодежной научно-практической конференции. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2019. – С. 192-195.
3. Шутов, А.А. Оптимизация параметров и режимов работы установки термизации молока на фермах крупного рогатого скота: дис. ... канд. техн. наук / А.А.Шутов; науч. рук. В. Н. Туваев; СЗНИИМЭСХ РАСХН – Санкт-Петербург, 2011. – 150 с. – Текст: непосредственный.

УДК 656.135.2

СОКРАЩЕНИЕ ЗАТРАТ НА ТРАНСПОРТИРОВКУ МОЛОКА ПУТЁМ ПРОЦЕССА ТЕРМИЗАЦИИ

*Яковлева Карина Дмитриевна, студент-бакалавр
Бирюков Александр Леонидович, к.т.н, доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в данной статье изложены требования по транспортировке молока-сырья, также представлен экономический расчет и пути снижения расходов на перевозку молока.

Ключевые слова: транспортировка, молоко, требования, расходы, термизация

Транспортировка и грузоперевозки – неотъемлемая часть сельскохозяйственных предприятий, особенно тех, деятельность которых связана с животноводческой продукцией.

Для перевозки молока существуют свои требования и правила в свя-

зи с тем, что молоко является скоропортящимся продуктом: показатель кислотности во время перевозки не должен превышать 18 % вдобавок крайне важно соблюдать температурный режим при транспортировке (он находится в пределах от + 2 до + 4 градусов Цельсия), учитывается и время доставки – привезти продукцию необходимо в срок, чтобы получатель успел её реализовать.

В Вологодской области существует свыше 5 крупных предприятий по производству автоцистерн по перевозке пищевых жидкостей. Одним из них является предприятие ООО «Вологодские машины».

Рассмотрим по каким критериям оцениваются ёмкости для перевозки молока-сырья [3]:

- Во-первых, резервуар, который используется под жидкость, должен обеспечивать температурный режим при перевозке, пройти мероприятия по очистке и дезинфекции перед эксплуатацией;
- Во-вторых, если в качестве материала для ёмкости используется пластик (рис.1) – он должен соответствовать санитарным нормам и правилам, внутренний отсек должен быть изготовлен из пищевого пластика (зачастую используют пищевой полипропилен); если при транспортировке используют автомобильные цистерны (рис.2.), то модуль ёмкости изготавливается только из нержавеющей стали, с специальными легирующими элементами (благодаря им сталь не будет вступать в реакцию с продуктом);
- Следует отметить, что цистерна выполняется в эллипсоидной форме, чтобы минимизировать крен транспорта при предельной загрузке.



Рисунок 1 – Ёмкость из пищевого полипропилена



Рисунок 2 – Автоцистерна производства ООО «Вологодские Машины»

Также существуют порядка 3 крупных поставщиков молока-сырья и молочной продукции по Вологодской области.

Если рассчитать экономическую составляющую транспортировки молока для сельхозпредприятий, то мы выясним сколько средств необходимо затратить для перевозки продукции.

Для этого воспользуемся следующими данными:

– Возьмем предприятие, во владении которого насчитывается порядка 330 дойных коров, при учете, что одна корова приносит за день около 15-20 литров молока;

– В пользовании предприятия имеется машина марки и модели «КАМАЗ-43118» (расход топлива которой составляет 36 л./100 км.), с цистерной объемом 10000 литров;

– Предприятие находится в 50 км. от перерабатывающего завода;

– Стоимость Дизельного Топлива составляет 61 руб./литр.

Составим таблицу, куда занесем результаты расчета (таблица 1).

Таблица 1 – Экономический расчет транспортировки молока

Показатели	Способ первичной обработки молока-сырья	
	Базовый (мгновенное охлаждение)	Предлагаемый (термизация, выдержка, охлаждение)
1. Надой с коровы в год, т.	6	6
2. Количество молока в год, т.	2000	2000
3. Дополнительные капитальные вложения, тыс. руб.	-	50,545
4. Транспортные расходы в год*, тыс. руб.	800,000*	400,000*

* Без учета расходов на обслуживание транспортного средства

Таким образом, минимальные расходы на транспортировку составили 800 тысяч рублей в год.

Однако существуют способы уменьшить эту сумму почти в два раза.

Например, одним из таких способов является метод обработки молока после доения.

Если мы проведем термизацию [1] молока с последующим охлаждением, то можем продлить срок хранения молока почти в два раза, что поможет нам перевозить молоко-сырье не каждый день, а раз в два дня, тем самым уменьшая затраты на транспортировку.

Это достигается за счет увеличения продолжительности бактерицидной фазы, молоко будет нагреваться до температуры 63°С Цельсия, после охладиться до 36°С.

Представим в виде графика изменение микробного числа и соматических клеток в молоке (рис. 3. и рис. 4.)

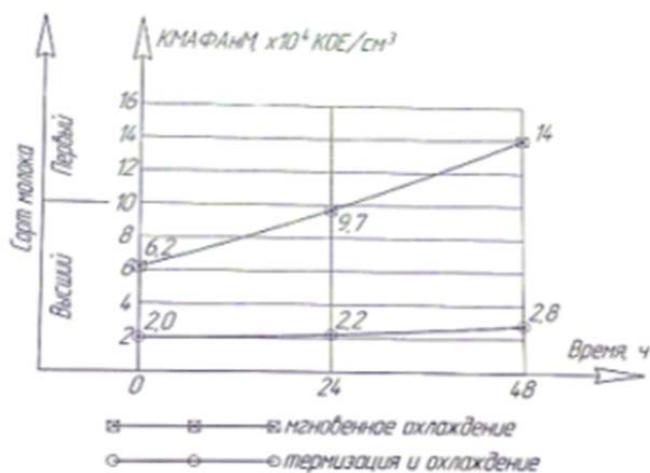


Рисунок 3 – График изменения КМАФАнМ для молока «первой» серии опытов в процессе хранения в зависимости от способа первичной обработки [2]

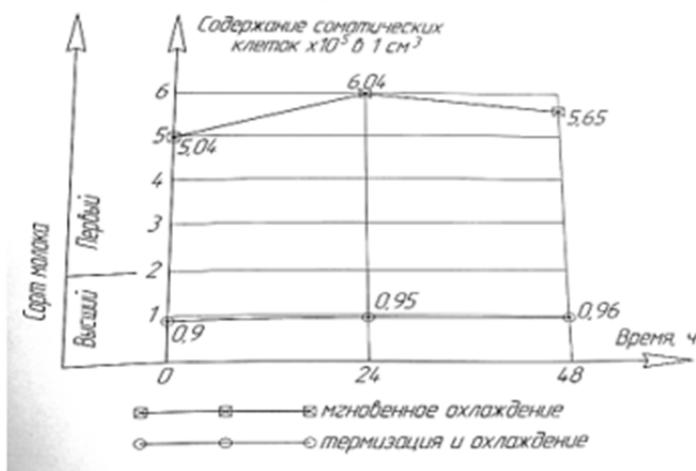


Рисунок 4 – График изменения количества соматических клеток для молока «первой» серии опытов в процессе хранения в зависимости от способа первичной обработки [2]

Занесём в таблицу 1 дополнительные вложения, которые понадобятся, чтобы произвести установку и провести её монтаж на ферме.

Исходя из теоретических расчетов, можно сделать вывод, что процесс термизации способен существенно снизить расходы сельхозпредприятий на транспортировку молока-сырья до места переработки, а также повысить его качество.

Список литературы

1. Гайдидей, С.В. Устройство термизации молока с последующим охлаждением во время дойки / С.В. Гайдидей, Н.И. Кузнецова, Е.С. Лисина – Текст: непосредственный // Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам: материалы IV международной молодежной научно-практической конференции. – Вологда-Молочное: Вологодская

ГМХА, 2019. – С. 192-195.

2. Шутов, А.А. Оптимизация параметров и режимов работы установки термизации молока на фермах крупного рогатого скота: дис. ... канд. техн. наук / А.А.Шутов; науч. рук. В. Н. Туваев; СЗНИИМЭСХ РАСХН – СПб., 2011. – 150 с. – Текст: непосредственный.

3. Санитарные правила и нормы 2.3.4. Предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности (технологические процессы. Сырье) Производство молока и молочных продуктов Production of milk and milkproducts. Sanitary regulations – Текст: электронный. – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293855/4293855287.htm>

УДК 631.316.2

КОНСТРУКТИВНОЕ УЛУЧШЕНИЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

*Яковлева Карина Дмитриевна, студент-бакалавр
Бирюков Александр Леонидович, к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** почва в сельскохозяйственной деятельности является самым значимым ресурсом, поэтому очень важно грамотно подходить к её обработке. Именно за счет механической обработки создаются наилучшие условия для развития экосистемы поля: рост культурных сортов растений высокая урожайность. Для культивации почвы применяется большое число специальных сельскохозяйственных агрегатов, более подробно будет рассмотрено устройство – зубовая борона и её улучшенные модели. На этом поставлена цель работы: обзор обновленной конструкции зубовой бороны для поверхностной обработки почвы, обоснованность изменений – выявление конструкционных достоинств и эффективности. Можно смело сказать, что улучшение почвообрабатывающего процесса является актуальной задачей в сельскохозяйственной промышленности, поэтому проведенные инженерные работы, которые будут изложены в материале, могут дать пути решения и новые соображения.*

***Ключевые слова:** модель, обработка почвы, конструкция, зубовая борона, рабочие органы, комбинированный почвообрабатывающий агрегат*

Бороны используются в процессе боронования для разрушения верхнего слоя почвы, выравнивания поверхности, дробления комков земли, истребления сорняков и выкорчевывание их корней. Зубовая борона служит для обслуживания полей, ухода за лугами и пастбищами. Используется в ранневесеннем бороновании.

Зубовая борона, как и другие виды борон, имеет прицепное устройство и передвигается посредством работы трактора.

В целях оценки качества обработки почвы используются основные показатели: глубина пахоты, равномерность пахоты, высота гребней на поверхности, глыбистость, остатки сорных растений. Для обработки грунта сельскохозяйственным орудием – бороной, также оцениваются: степени рыхления почвы, крошения, выровненность поверхности.

Следует отметить, что данный машинный агрегат имеет большой потенциал и плодотворно влияет на исход работ в сельскохозяйственной деятельности.

Для увеличения уровня качества обработки полей, снижения распространения сорных культурных растений, например, таких как борщевик Сосновского, повышения роста сельскохозяйственных культур требуется обновлять технику, повышать её показатели.

Рассмотрим некоторые виды зубовых борон с целью дальнейшего сравнения их с полезной моделью.

Зубовая борона (RU, Патент № 2192722 С2, А01В23/00, 23/02). Её составляющие: рама, с размещенными в ней зубьями; изогнутые упругие стержни, находящиеся в отверстиях зубьев (угол, изогнутых концов 5...25 градусов, высота равна половине глубины обработки почвы бороной).

Данная зубовая борона не обеспечит рыхление почвы и выкорчевывание сорняков как следует, так как размеры стержней малы, а зубья имеют жесткое закрепление, вследствие чего, отклонение их от равновесного положения в почве практически сведено на нет. Это может привести к забиванию рабочих органов бороны остатками растительности и к возможному их повторному прорастанию.

Зубовая борона (RU, Патент № 2767066 С1, А01В 23/00). Составляющие рабочие органы на раме: многогранные или пружинные зубья; изогнутые по середине упругие стержни, чередующиеся по бокам отверстий зубьев (высота стержней равняется половине глубины обработки почвы бороной), боковые оси стержней образуют с осью плоскости – верхнюю и нижнюю, где угол между ними составляет 10...15°, на концевых частях стержней, по всей их длине, закреплены усеченные прямые круговые конусы с центральным цилиндрическим отверстием, диаметр, соответствующий диаметру стержней.

Данная борона не сможет произвести полное вычесывание пожнивных остатков и сорняков на поверхность из-за установленных на концевых частях стержней зуба прямых круговых конусов, которые вследствие добавления собой массы, препятствует созданию вибрации стержней. Это влияет на сход сорняков с рабочих органов бороны и к повторному прорастанию нежелательной растительности.

Схожим с нашей улучшенной моделью считается комбинированный

почвообрабатывающий агрегат (RU, Патент № 130473 U1, A01B 49/02). Рассмотрим из чего он состоит и его недостатки. К раме крепятся колеса, по двум сторонам установлены брусья, каток и секция бороны. Секция сделана в качестве подвижной оси с парными пружинными зубьями, оси соединяются с рычагами регулировки угла пружинных зубьев. Секция бороны поднимается за счет двух идентичных круговых секторов с углами раскрытия, равным $\alpha=125^\circ$, $\beta=25^\circ$. Во внутренней части кругового сектора, где пересекаются дуги, радиусов закругления, выполнено отверстие по центру, по его краям выполнены отверстия, при этом от центрального отверстия выполнены шесть отверстий, чтобы была возможность установки пальцев, изогнутых под тупы углом, с одинаковыми сторонами. Так же выполнены отверстия с углами 60° и 65° от оси, проходящей через центральное и нижнее отверстие круговых секторов, где в центральных отверстиях круговые сектора крепятся к брусьям, а через верхние крайние отверстия круговые сектора шарнирно соединены через горизонтальную тягу с двумя угловыми параллельными между собой рычагами, в середине которых выполнены отверстия с возможностью крепления через них с бруском, установленным между круговыми секторами и угловыми рычагами, нижнее отверстие последних и нижнее крайнее отверстие круговых секторов шарнирно соединены со своими стойками, которые жестко закреплены с одной стороны к двутавровой балке, в которой выполнены три отверстия, в центральном отверстии установлена и жестко закреплена ось, а через крайние отверстия расположены вращающиеся оси на равном расстоянии от центральной оси, на этих осях с другой стороны двутавровой балки жестко закреплены разновысотные стойки, шарнирно соединенные между собой тягой, при этом высокие стойки заканчиваются ручками в верхних частях, которые имеют отверстия, соосные с каждым из пяти отверстий, выполненных в угловом секторе регулировки угла установки пружинных зубьев бороны на равном угловом расстоянии друг от друга и от вертикальной его грани, равным $\gamma=10^\circ$, и жестко закрепленной на противоположной стороне от разновысотных стоек двутавровой балки.

К несовершенствам данного комбинированного агрегата можно отнести недостаточное вычесывание сорных растений на поверхность, подрезание корней однолетних и многолетних сорняков передними органами машины, из-за чего сорняки могут прорасти вновь.

В модифицированной модели были учтены все недостатки. Была поставлена задача в улучшении качества обработки поверхности, направление решения было в достижении полного вычесывания сорных культур и выноса их из почвы.

В инженерном смысле задача достигалась изменением в конструкции. Комбинированный почвообрабатывающий агрегат содержит: раму 1, на ней установлены колеса 2, рабочие органы 3, брусья 4 и подъемная секция бороны 5; отличительный признак: на осях бороны 6 установлены

одинарные пружинные зубья 7, где на каждом, в его рабочей нижней части, установлено кольцо 8 с внутренним диаметром большим диаметра пружинного зуба, с отверстием 9 по центру и резьбой. Отверстие соосно глухому отверстию 10. Которое выполнено в пружинном зубе, это обеспечивает закрепление кольца на зубе стопорным болтом 11. На наружной стенке кольца, параллельно его торцевой верхней поверхности 12 и нижней поверхности 13, жестко закреплены круглые стержни 14, диаметр которых, относительно диаметра пружинного зуба, в два раза меньше, концы разведены на угол 30° от симметрии пружинного зуба с вершиной, направление – по ходу движения машины.

Пояснение модели чертежом:

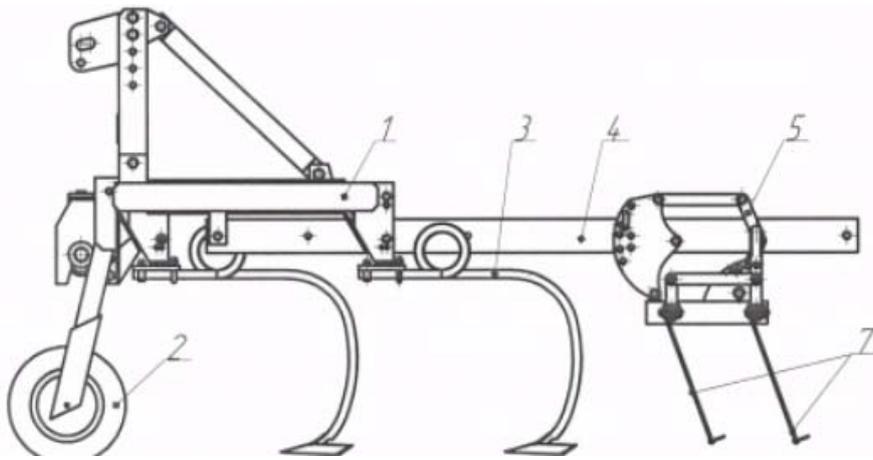


Рисунок 1 – Вид модели сбоку

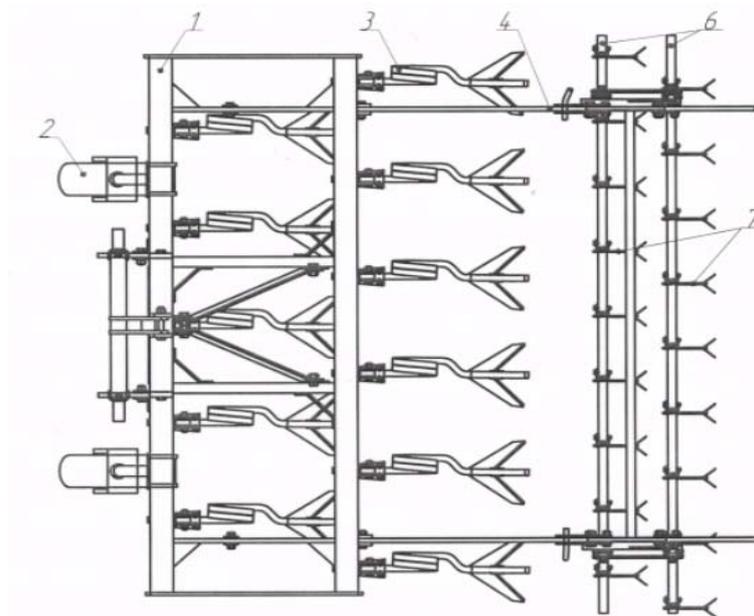


Рисунок 2 – Вид модели сверху

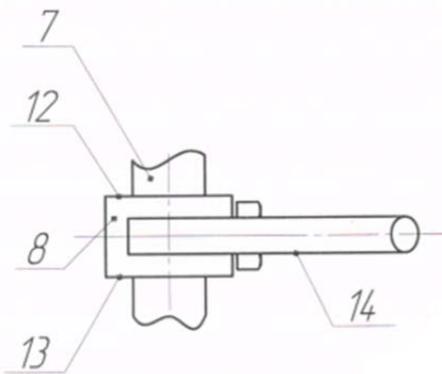


Рисунок 3 – Крепление кольца со стержнями к пружинному зубу, вид сбоку

От выбора технологии обрабатывания почвы зависит, какие рабочие органы будут установлены. Предусмотрены следующие рабочие органы для установки: - стойки - глубокорыхлители (глубина обработки почвы до 40 см) (патент РФ № 2518454);

– кольцевые рабочие органы (глубина обработки почвы до 10 см) (патент РФ №2770478);

– пружинные стойки с чизельными наральниками (глубина обработки почвы 6-20 см);

– серпообразные односторонние рабочие органы (глубина обработки почвы до 15 см) (патент РФ № 2769225);

– динамичные рабочие органы с изменяемой шириной захвата (глубина обработки почвы до 15 см) (патент РФ №182130).

– пружинная борона;

– каток.

Процесс полного вычесывания сорных культур и выноса их из почвы, благодаря конструкторским решениям, происходит следующим образом: корни сорных культур подрезаются основными рабочими органами; при движении агрегата, пружинные зубья углубляются в почву, рыхля её и производя вычесывание всех подрезанных растений; корни, которые попадают на круглые стержни пружинного зуба, выдергиваясь из почвы, передвигаются по стержням вверх, к их концам, и затем сходят на поверхность поля. При этом вибрация, создаваемая благодаря витковой части зубьев и сопротивлением почвы, препятствует удержанию сорняков на стержнях и их, соответственно, скоплению.

Такое конструктивное исполнение способствует повышению качества обработки почвы – исключит повторное прорастание сорной растительности.

Для надлежащей культивации полей, полного истребления корневищ сорняков, экономии ресурсов финансовых, физических и технологических необходимо учитывать возможности техники, эксплуатировать более эффективную.

Список литературы

1. Способ и техническое средство для локального внесения твердых органических удобрений при посадке картофеля / В.А. Юнин, А.М. Захаров, Н.Н. Кузнецов, А.М. Слизков, А.В. Зыков. – Текст: непосредственный // АгроЭкоИнженерия. 2020. – № 4 (105). – С. 62-79.
2. Оробинский, Д.Ф. Энергосберегающая установка для досушки рулонов льна / Д.Ф. Оробинский, Р.А. Шушков, Н.Н. Кузнецов. – Текст: непосредственный // В сборнике: Международный агроэкологический форум. Материалы Международного агроэкологического форума: в 3-х томах. Международный Научный комитет. 2013. – С. 141-146. – Текст: непосредственный.
3. Кузнецов, Н.Н. Устройство для внесения жидких консервантов в технологиях заготовки кормов в рулонах / Н.Н. Кузнецов, А.В. Терентьев, А.В. Зыков. – Текст: непосредственный. // Молочнохозяйственный вестник. 2013. – № 1 (9). – С. 23-28.

ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

УДК 637.138

ВЛИЯНИЕ ОВСЯНОГО СИРОПА НА СВОЙСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА

*Алексеева Алина Анатольевна, студент-бакалавр
Хайдукова Елена Вячеславовна, науч. рук., к.т.н., доцент
Куренков Сергей Алексеевич, науч. рук., ассистент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** представлены результаты исследований по определению дозы наполнителя и влияния его на органолептические и физико-химические свойства кисломолочного продукта.*

***Ключевые слова:** овсяный сироп, ферментированный продукт, показатели качества*

Кисломолочные напитки давно присутствуют в питании человека. Популярность потребления этой категории молочной продукции можно объяснить доступностью, привычными органолептическими свойствами, высокой пищевой ценностью, а также направленными лечебно-профилактическими свойствами. Широкая линейка кисломолочных напитков достигается не только особенностями видового состава заквасочных культур, но и использованием различных вкусо-ароматических наполнителей.

Наиболее распространенным примером являются фруктово-ягодные сиропы, которые производят из натурального сырья методами концентрирования и сгущения с добавлением сахарозы. Чрезмерное потребление в пищу легкоусвояемых углеводов может привести к ожирению, нарушениям обмена веществ, таким как диабет, сердечно-сосудистые заболевания, кариезу и другим болезням.

Поэтому ферментация зерновых культур в качестве сырья для производства сиропов является актуальным направлением. Данные виды сиропов являются активными подсластителями, но при этом снижают избыточную углеводную нагрузку в пищевом рационе на организм человека, так как при их производстве, в отличие от традиционных растительных сиропов, не используется сахароза. Кроме того, их состав богат витаминами, минеральными и различными биологически активными веществами [1], которые придают продукту функциональные свойства. Исходя из вышесказанного, разработка рецептур кисломолочных продуктов с применением зерновых сиропов является актуальной.

Одной из культур, которые могут быть использованы для производства сиропа, является овес [2]. Овес считается популярным злаком для питания и медицины, так как он считается источником белка, углеводов, минералов (К, Mg, P, Mn, Si, Cu, Mo, Co, Fe и др.) и многих витаминов (В, Н, РР, Е), которые необходимы для нормальной жизнедеятельности человека. Сироп из овса можно получить путем многоступенчатого ферментативного гидролиза, и путем переработки пророщенного овса, где ферментация идет за счет ферментов, образующихся в процессе проращивания зерна.

Ведущими углеводными соединениями в овсе являются: крахмал, слизиобразующие полисахариды, целлюлоза, лигнин и, в следовых количествах, моно и олигосахариды. В овсяном сиропе из углеводов основное место занимает мальтоза, порядка 24,5% и глюкоза 17,2%, поэтому он обладает низкой сладостью и может быть использован в производстве лечебно-профилактических продуктов [2].

Целью исследования являлось определение массовой доли наполнителя и влияние его на некоторые физико-химические свойства готового продукта.

Массовая доля наполнителя определяется органолептической оценкой по пятибалльной шкале, при этом показатель оценивается следующим образом: 1 – признак отсутствует; 2 – слабая выраженность; 3 – умеренная выраженность; 4 – сильная выраженность; 5 – очень сильная выраженность.

В качестве основы для получения кисломолочного продукта с овсяным сиропом выбрали йогурт, выработанный по традиционной технологии с массовой долей жира 2,7%. Доза вносимого наполнителя составила 5,0 - 12,5% с шаговым интервалом 2,5%.

Всего в дегустации приняли участие 12 человек. По результатам дегустации, образец с дозой внесения овсяного сиропа 10% получил высший бал. Органолептические характеристики продукта с дозой внесения овсяного сиропа 10% показаны в таблице 1.

Таблица 1 – Органолептические характеристики продукта в внесении 10% овсяного сиропа

Наименование показателя	Характеристика
Консистенция	Однородная, недостаточно вязкая
Вкус и запах	Кисломолочный, в меру сладкий с карамельными «нотками»
Цвет	Равномерный, светло-кремовый

Реологические свойства продукта исследовались по изменению условной вязкости в капиллярном вискозиметре ВЗ-246. Условная вязкость характеризует гидравлическое сопротивление потоку и измеряется временем, необходимым для протекания определенного количества жидкости че-

рез вертикальную трубку определенного диаметра. Принцип работы прибора основан зависимости времени вытекания продукта от его вязкости.

Вместимость цилиндрического резервуара составляет 100 см³, диаметр съёмных сопел – от 2 до 6 мм. Условная вязкость нормируется ОСТ 4929-84 на уровне не менее 20 с. В исследовании использовали диаметр сопла 6 мм, результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Влияние наполнителя на условную вязкость

Массовая доля наполнителя, %	Условная вязкость, с
0	21
5,0	20
7,5	18
10,0	15
12,5	11

При увеличении количества овсяного сиропа условная вязкость уменьшается. Снижение вязкости можно объяснить уменьшением сил трения между соседними белковыми частицами казеина, образующими пространственный структурный каркас, вследствие увеличения количества дисперсионной среды при введении сиропа [3].

Титруемую кислотность определяли титриметрическим методом по ГОСТ 3624-92 Молоко и молочные продукты. Титриметрические методы определения кислотности; активную кислотность - на приборе рН-150 МИ. Результаты влияния дозы внесения овсяного сиропа на активную и титруемую кислотность показаны в таблице 3.

Таблица 3 – Влияние наполнителя на кислотность

Массовая доля наполнителя, %	Активная кислотность рН, ед.	Титруемая кислотность, °Т
0	5,25	76,0
5,0	5,20	77,0
7,5	5,00	78,0
10,0	4,80	80,0
12,5	4,40	84,0

С увеличением количества наполнителя титруемая кислотность увеличивается, а активная снижается, так как в овсяном сиропе накапливаются продукты ферментации свободные аминокислоты, жирные кислоты, имеющие кислый характер [1].

В результате проведенных исследований определен образец с наилучшими органолептическими характеристиками с массовой долей овсяного сиропа 10,0%; установлена зависимость изменения вязкости и кислотности от количества наполнителя в продукте. Уменьшение вязкости в продукте по сравнению с контрольным образцом, возможно, потребует

стабилизатора консистенции – гидроколлоид растительного или животного происхождения. На следующем этапе исследований требуется уточнение рецептуры йогурта с овсяным сиропом.

Список литературы

1. Алексеева, А.А. Изучение физико-химических свойств сиропа овсяного / А.А. Алексеева, С.А. Куренков, Е.В. Хайдукова. – Текст непосредственный // Передовые достижения науки в молочной отрасли: материалы Международной научно-практической конференции. Том 1. – Вологда- Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2022. – С. 70-73.
2. Чекина, М.С. Разработка технологии зерновых сиропов из голозерных сортов овса : автореф. дисс. канд.техн.наук: 05.18.07 / М.С. Чекина. – Санкт – Петербург, 2017. – 16 с. – Текст: непосредственный.
3. Лупинская, С.М. Исследование органолептических и реологических свойств кефирного напитка с сывороточным сиропом Melissa лекарственной / С.М. Лупинская. – Текст: непосредственный // Техника и технология пищевых производств. – 2010. – № 3 (18). – С. 17-21.

УДК 664.41

ИЗУЧЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

*Бужоряну Юлия Александровна, студент-бакалавр
Хайдукова Елена Вячеславовна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: рассмотрены вопросы – хлорид натрия как технологическая добавка, воздействие на организм человека; представлены результаты исследований по определению содержания соли в пищевых продуктах, рекомендации по ее потреблению.

Ключевые слова: хлорид натрия, добавка, содержание, рекомендации

Хлорид натрия широко используется в пищевой промышленности как пищевая добавка под названием поваренная соль для улучшения вкуса и консервант.

Хлористый натрий – натриевая соль соляной кислоты представляет собой кристаллы с кубической ионной решёткой без цвета и запаха, с чётко выраженным солёным вкусом, водорастворим, не гигроскопичен. Растворяется в аммиаке, этиловом и метиловом спирте, муравьиной кислоте, глицерине, этиленгликоле. Не растворяется в ацетоне, соляной кислоте, диэтиловом эфире. Водный раствор хлористого натрия замерзает при тем-

пературе ниже нуля, кипит и плавится без разложения [1]. По происхождению различают соль морскую, каменную и выварочную. Разные виды соли содержат различные количества примесей.

Соль самостоятельно не вырабатывается в организме, а ее присутствие занимает важное место в обменных процессах. Поваренная соль влияет на осмотическое давление биологических жидкостей и жизненно необходима как источник ионов натрия и хлора, которые участвуют в передаче нервных импульсов, регулируют водно-солевое и кислотно-основное равновесие, ферментативные процессы. При повышенной концентрации она может оказывать токсическое действие: в первую очередь – на пищеварительный тракт, а во вторую – почти на все органы. Вследствие хорошей растворимости в воде соль относительно быстро выводится из организма, но ее избыточное потребление может накапливаться, что приводит к отечности, повышению артериального давления. Это сопровождается спазмом сосудов, тормозятся обменные процессы в организме, создается дополнительная нагрузка на сердечно-сосудистую систему, возникает кислородное голодание, которое влияет на работу сердечной мышцы и приводит к инсульту, инфаркту [2].

В пищевых продуктах поваренная соль используется как вкусовой агент и консервант. Вкус пищи при этом усиливается, становится ярче. Консервирующее действие соли основано на снижении активности воды, то есть уменьшении свободной влаги, способной участвовать в биохимических реакциях. Кроме того, в системе повышается осмотическое давление и происходит обезвоживание продукта, что также влияет на развитие микроорганизмов. В соленых системах уменьшается растворимость кислорода, поэтому в таких продуктах плохо развиваются аэробы.

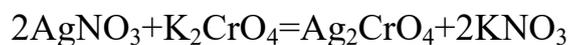
Поваренная соль повышает водосвязывающую способность белков, что влияет на технологическую обработку мяса и рыбы. В соленых пищевых продуктах ускоряется прогоркание липидов, так как соль содержит прооксиданты – ионы металлов, входящие в состав примесей поваренной соли. Так как в результате посолки происходит обезвоживание, то в соленых продуктах меньше содержание водорастворимых нутриентов: белков, минеральных веществ, витаминов, а значит снижается биологическая ценность продукта [3].

В современной пищевой промышленности соль используется практически везде: хлебобулочные изделия соль используется для увеличения эластичности клейковины, при этом хлеб дольше сохраняет форму и упругость, регулируется скорость брожения дрожжей; колбасные изделия, мясные полуфабрикаты и деликатесы – увеличение срока годности продуктов и придания им привлекательного цвета; молочные продукты содержат «природный» хлорид натрия, активно используют соль при производстве сыров для увеличения срока годности; соусы – для усиления вкуса и увеличения срока годности.

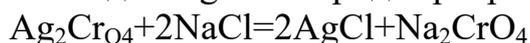
По рекомендациям ВОЗ суточное потребление соли должно составлять не более 5 г, а при некоторых заболеваниях (гипертония) снижаться до 1,5-2,5 г. В некоторых случаях потребление соли можно повысить: активные занятия спортом, проживание в жарком климате, что приводит к повышенному потоотделению и выведению хлористого натрия из организма. Поэтому изучение содержания поваренной соли в продуктах питания является актуальным

Для количественного определения поваренной соли ее извлекают из исследуемого продукта или его золы тёплой водой, а затем анализируют вытяжку на натрий фотометрическим методом или на хлор методом по Мору – аргентометрическим.

Метод основан на титровании хлористого натрия в нейтральной среде раствором азотнокислого серебра в присутствии хромовокислого калия в качестве индикатора [4]. При этом образуется красный осадок хромата серебра по уравнению:



Этот осадок исчезает при взбалтывании, так как между хромовокислым серебром и хлористым натрием происходит обменное разложение и образуется нерастворимый осадок AgCl- хлорид серебра:



В момент превращения всего хлора в AgCl жидкость над осадком приобретает исчезающую, затем красноватую окраску, что указывает на конец реакции.

Результаты исследований по определению содержания поваренной соли в различных продуктах растительного и животного происхождения приведены в таблице.

Таблица 1 – Содержание хлорида натрия в пищевых продуктах

Продукт	W(NaCl), %
Капуста квашеная	1,43
Капуста маринованная	2,03
Капуста свежая	0,18
Морковь свежая	0,58
Горошек замороженный	0,10
Горошек маринованный	1,28
Молоко	0,11
Сыр	1,8
Колбаса вареная	1,6
Рыба свежая (сельдь)	0,84
Рыба соленая (сельдь)	12,4

Данные таблицы позволяют сделать вывод, что все продукты содержат хлористый натрий. В продуктах без переработки присутствует «природный» хлорид натрия в достаточно небольших количествах, не придаю-

щих продукту характерного соленого вкуса и не ощущаемых вкусовыми рецепторами человека. Различные виды технологической обработки повышают содержание соли в готовом продукте, придают продукту соленый вкус, увеличивают сроки хранения. Содержание соли в капусте квашеной меньше, чем в маринованной. Это объясняется тем, что в этом продукте консервирующим эффектом обладает не только поваренная соль, но и молочная кислота, продукт естественного молочнокислого брожения углеводов при квашении капусты. Самое высокое содержание соли определили в соленой рыбе – это белковый продукт, который не подвергается термической обработке, предназначен для непосредственного употребления в пищу.

Хлорид натрия активно присутствует в продуктах питания, ежедневное потребление соли достигает 10 г и более и значительно превышает рекомендуемую норму [2], что приводит к развитию заболеваний. Для уменьшения потребления соли необходимо изменить отношение к этому компоненту пищи: использовать в рационе продукты с невысоким содержанием соли, свежие овощи и фрукты, а не консервированные; в процессе приготовления пищи часть соли заменять на другие вкусо-ароматические вещества: сок лимона, моченая брусника, пряные травы, чеснок и др., а также солить уже готовую пищу; уменьшить потребление продуктов с высоким содержанием соли: чипсы, соленое печенье, консервы, в которых соль используется не только для вкуса, но и как консервант; использовать соль с пониженным содержанием натрия и заменить его на калий, магний, кальций; приучать себя к малосоленой пище; снижать содержание соли в продуктах промышленного производства; ввести обязательную маркировку продуктов с количественным содержанием этой пищевой добавки; разрабатывать образовательные программы; пропагандировать принципы здорового питания.

Список литературы

1. Шипулин, В.И. Технологические особенности применения NaCl при производстве мясных продуктов / В.И. Шипулин, А.И. Жаринов. – Текст: непосредственный // Современная наука и инновации. – 2018. – № 4. – С. 191-199.
2. Максимова, Т.М. Избыточное потребление поваренной соли: эпидемиологическое значение и стратегия управления / Т.М. Максимова, А.Н. Калягин, П.В. Толстов. – Текст непосредственный // ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучение. Вестник ВШОУЗ. – 2019. – Т.5. – № 1 – С.38-57.
3. Пищевая химия / А.П. Нечаев [и др.]; под. общ. ред. А.П. Нечаева. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2003. – 640 с. – Текст непосредственный.
4. ГОСТ 15113.7-77. Концентраты пищевые. Методы определения поваренной соли. – Текст непосредственный.

**УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СГУЩЁННЫХ
МОЛОКОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ С САХАРОМ**

*Голдин Никита Евгеньевич, студент-магистрант
Слепухин Роман Сергеевич, студент-магистрант
Шатунов Владимир Сергеевич, студент-бакалавр
Попов Сергей Андреевич, студент-бакалавр
Баронов Владимир Игоревич, к.т.н., доцент
Гнездилова Анна Ивановна, науч. рук., д.т.н., профессор
Фиалкова Евгения Александровна, науч. рук., д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** целью работы является совершенствование конструкции емкостного устройства на основе компьютерного моделирования гидродинамических процессов в программе SolidworksFlowSimulation. Рассматривалась емкость с коническим днищем, с объемом обеспечивающим перемешиванием 1 тонны сгущённого молокосодержащего продукта с сахаром. Конструктивные и эксплуатационные параметры аппарата: диаметр 1150 мм; высота 1250 мм; площадь поверхности теплообмена 1,2 м²; частота вращения мешалки 20 об/мин; мощность электродвигателя мешалки 0,4 кВт. Установлено, что изменение конструкции мешалки с плоской на винтовую, позволяет интерферировать процесс перемешивания продукта. Плоская мешалка обеспечивает в основном окружное движение продукта. Тогда как винтовая мешалка создаёт интенсивное перемешивание продукта во всех трёх направлениях: окружном, радиальном и осевом.*

***Ключевые слова:** молокосодержащий продукт, SolidworksFlowSimulation, емкостной аппарат, перемешивающее устройство, сыворотка*

В настоящее время существует проблема переработки молочной сыворотки на пищевые цели. Переработке подвергается чаще всего сыворотка, объём которой на предприятии превышает 100 т в сутки. Существующее оборудование не позволяет перерабатывать сыворотку на предприятиях производящих её в меньших объёмах. Предприятие, имеющее объём сыворотки менее 20 т сыворотки, как правило, вообще не перерабатывают сыворотку. Чаще всего они сливают её со сточными водами нанося существенный вред экологии и теряя возможность использования ценнейших составных частей сыворотки на пищевые цели. Переработка сыворотки могла бы повысить экономическую эффективность работы всего предприятия. В настоящее время на пищевые цели перерабатывается лишь 21% всей производимой в России сыворотки [1].

Целью работы является развитие одного из путей переработки молочной сыворотки на пищевые цели – использование её в производстве сгущённых молокосодержащих продуктов с сахаром.

Молокосодержащие продукты с сахаром находят широкое применение в кондитерской промышленности [2]. Преимуществом молокосодержащих продуктов является простота их производства (смешение различных концентрированных компонентов) высокая рентабельность процесса производства, возможность создания продуктов с заданным составом. Это могут быть продукты функционального и лечебного питания [3-6].

В настоящее время сухая молочная сыворотка завозится в основном из Белоруссии и европейских стран. В наше время существует довольно большое количество молокоперерабатывающего оборудования. При его создании уходит много времени и ресурсов. Развитие технологий не стоит на месте и мы можем в настоящее время все затраты привести к минимуму и в этом нам поможет программы которые способны провести симуляцию любого процесса. Одна из таких программ называется SolidworksFlowSimulation. Эта программа способна создать симуляцию того или иного процесса в зависимости от требуемых задач на создание и исследования, к примеру такие как статические и гидродинамические процессы. Для изготовления сгущённого молокосодержащего продукта с сахаром имеется низкоэффективное оборудование, которое было рассчитано и создано без учёта особенностей физико-химических параметров продукта и гидродинамических особенностей движения продукта.

Перед началом анализанеобходимо создать объект, на котором будут производить те или иные симуляции все размеры и эксплуатационные параметры в таблице 1.

Таблица 1 – Технические и эксплуатационные параметры устройства для термической обработки сгущённого продукта

Параметр	Численное значение
Диаметр	1150 мм
Высота аппарата	1250 мм
Площадь поверхности теплообмена	1,2 м ²
Частота вращения мешалки	20 об/мин
Мощность электродвигателя мешалки	0,4 кВт

Наиболее точные результаты моделирования процессов обеспечиваются при точном соблюдении реальных размеров объекта. Отклонение размеров от реальных в конечном исследовании может привести к существенной ошибке получаемых результатов. В моём случае объектом является емкостной аппарат с перемешивающим устройством на 1 тонну. После создания виртуальной модели необходимо задать жидкостную среду в данном объекте исследований. Жидкостной средой является сгущённый молокосодержащий продукт с сахаром с динамической вязкостью 2

Па·с. Для исследований основными физико-химическими параметрами были температура 60°C, динамическая вязкость 2 Па·с, коэффициент теплопередачи 115Вт/(м²К). Кроме среды было задано вращение перемешивающему устройству. Когда все необходимые параметры внесены, накладывалась сетка на объект, чем меньше сетка, тем выше точность расчёта, но и при мелкой сетке необходимо больше ресурсов и времени для расчёта. При получении результата мы видим, насколько эффективно и с какой скоростью происходит перемешивание. Существующая плоская мешалка показала низкий уровень эффективности перемешивания, хорошо просматриваются застои (рисунок 1а).

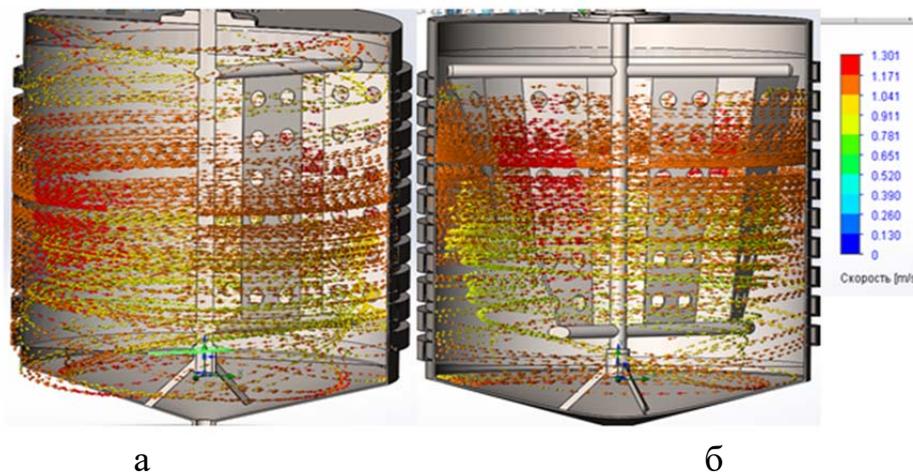


Рисунок 1 – Траектории движений жидкостного потока в установке для производства сгущённого молока содержащего сахаром:
а – с плоской мешалкой; б – с винтовой мешалкой

Из рисунка видно, что наибольшее значение скорости окружного движения потока приобретает на периферии вблизи стенок, где она достигает максимального значения 1,29 м/с, тогда как в приосевой части перемешивания практически не происходит. Так же не происходит перемешивания в радиальном и вертикальном направлении. Для решения проблемы застоя была изменена конструкция перемешивающего устройства. Плоская форма перемешивающего устройства была заменена на винтовую. Это позволило осуществить более равномерное и интенсивное перемешивание продукта во всех трёх направлениях, окружном, радиальном и осевом (рисунок 1б).

В заключении следует отметить, что компьютерное моделирование позволяет сократить время и ресурсы на совершенствование конструктивных параметров аппаратов. Кроме того программа SolidworksFlowSimulation позволяет смоделировать и оптимизировать теплообменные процессы. Поэтому дальнейшие исследования будут сводиться к моделированию и оптимизации температурных режимов работы аппарата.

Список литературы

1. Дятловская, Е.В. России лишь 21% молочной сыворотки идет на переработку / Е. Дятловская, Т. Кулистикова. – Текст: электронный // Агроинвестор-2019: [сайт]. – URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics-/news/31329-v-rossii-lish-21-molochnoy-syvorotki-idet-na-pererabotku/>
2. Ланшина, Я.Ю. Пути совершенствования состава кондитерских изделий/ Я.Ю. Ланшина. – Текст: непосредственный // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации: Сборник статей Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2023. – С. 46-48.
3. Трубина, И.А. Технология производства кисломолочных напитков функциональной направленности/ И.А. Трубина, О.В. Сычева, Е.А. Скорбина. – Текст: непосредственный // Материалы пула научно-практических конференций. – Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского; Керченский государственный морской технологический университет; Луганский государственный педагогический университет; Луганский государственный университет имени Владимира Даля. Керчь, 2023. – С. 228-231.
4. Пикалова, П.В. Обогащенные продукты питания -продукты настоящего и будущего / П.В. Пикалова, К.А. Позднякова, Д.С. Новиков. – Текст: непосредственный // Молодежная наука – развитию агропромышленного комплекса. Материалы III Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Курск, 2023. – С. 104-109.
5. Егушова, Е.А. Функциональные продукты на основе творога/ Е.А. Егушова, А.Д. Клименко. – Текст: непосредственный // Теория и практика современной аграрной науки. Сборник VI национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием. – Новосибирск, 2023. – С. 842-845.
6. Бекмуродова, С.К. Функциональное питание – новый взгляд на пищевое производство / С.К. Бекмуродова. – Текст: непосредственный // Студенческий вестник. – 2022. – № 22-11 (214). – С. 47-48.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
ПОРОШКА ШПИНАТА В КАЧЕСТВЕ ВКУСОВОГО
НАПОЛНИТЕЛЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ
КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА**

*Горева Ирина Васильевна, студент-магистрант
Куренкова Людмила Александровна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБ УО ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрены вопросы подбора ингредиентного состава для кисломолочного продукта, а именно таких компонентов как закваска и наполнитель. Предложены ингредиенты отечественного происхождения для расширения ассортимента и производства функционального продукта, описаны их полезные свойства. Критерием выбора служили органолептические показатели образцов.*

***Ключевые слова:** функциональный продукт; йогурт; растительное сырьё; закваска, органолептические свойства*

В современных продуктах питания наблюдается недостаток витаминов, макро- и микроэлементов, полноценных белков, пищевых волокон, ненасыщенных жирных кислот. В настоящее время уделяется внимание составу питательных макроэлементов, исключению потенциально опасных для здоровья веществ из пищевых продуктов и увеличению в составе продуктов микронутриентов, то есть существует необходимость создавать функциональные продукты питания [1].

Принимая во внимание востребованность кисломолочных продуктов у населения, сочетание растительного сырья и молочных продуктов является одним из возможных направлений при решении проблемы обеспечения населения полезными продуктами питания. Такое сочетание ингредиентов позволяет создавать продукты с сбалансированным составом, повысить пищевую ценность продукта, расширить ассортимент и производить продукты с функциональными свойствами.

Йогурт - кисломолочный продукт, характеризующийся повышенным содержанием сухих обезжиренных веществ молока, который производят с использованием симбиотической закваски, содержащей термофильный молочнокислый стрептококк и болгарскую палочку [2].

Шпинат – это листовой овощ, который богат витаминами и минеральными веществами. При этом многие из них содержатся в таком количестве, которое покрывает суточную потребность человека в них, например, витамины А и К. Из-за того, что шпинат употребляется в пищу сырым или после минимальной термообработки, его витамины сохраняются в нем и поступают в организм практически в том же количестве, которое содер-

жится в растущих листьях.

В проводимом исследовании использовали порошок шпината, т.к. его удобно хранить и использовать в производстве, при этом высушенный шпинат практически не теряет своих полезных свойств [3].

Для скашивания образцов использовали два вида заквасок. Первая закваска, в состав которой входят *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*, вторая с добавлением *Bifidobacterium*.

В качестве подсластителя использовался овсяный сироп, он рекомендован для продуктов с функциональным назначением. Сироп изготавливается из натуральных ингредиентов (овса), без добавления консервантов, имеет в составе витамины E, B1, B2, содержит белки, жиры и углеводы (9,2, 5,5 и 59,8 г/100 г продукта, соответственно). В овсяном сиропе содержатся некрахмалистые полисахариды, представитель этой группы бета-глюкан (растворимое волокно) не переваривается, но, набухая, замедляет прохождение пищи в кишечнике. В результате углеводы усваиваются медленнее, что приводит к стабилизации уровня сахара в крови, продлевая чувство насыщения. Образовывая гелеобразную структуру в кишечнике, бета-глюкан предотвращает всасывание холестерина из пищи в организм. Таким образом, происходит снижение уровня холестерина в организме, что минимизирует риск болезней сердца [4].

В лабораторных условиях были произведены образцы кисломолочных продуктов с различной дозой шпината. В качестве контрольных образцов служили два йогурта, приготовленные с разными видами заквасок, с добавлением сухого обезжиренного молока и с овсяным сиропом. Доля введения овсяного сиропа была выбрана на основании предварительно проведенных исследований. Рецептуры представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептуры контрольных и опытных образцов

Компоненты	Расход компонентов, г, на 1000 г продукта					
	Контроль 1	Образец 1	Контроль 2	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Молоко коровье (м.д.ж. 3,45%)	612	606	612	608	606	604
Сливки (м.д.ж. 10%)	293,5	289,5	293,5	290,5	289,5	288,5
СОМ (м.д.ж. 1%)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
Закваска с <i>Bifidobacterium</i>	50	50	-	-	-	-
Закваска с <i>Lactobacillus bulgaricus</i> и <i>Streptococcus thermophilus</i>	-	-	50	50	50	50
Овсяный сироп	40	40	40	40	40	40
Порошок шпината	-	10	-	7	10	13
Итого	1000	1000	1000	1000	1000	1000

Образцы подготовили по рецептуре, пастеризовали при температуре 90° С, охладили до температуры (40±2) °С, внесли лабораторную закваску при температуре (40±2) °С, сквашивали при температуре (40±2) °С в течение 4 часов до образования плотного сгустка.

Охлажденные образцы йогуртов опробовали 8 дегустаторов и дали свои оценки по балльной системе и методом ранжирования. Результаты представлены на рисунке 1.

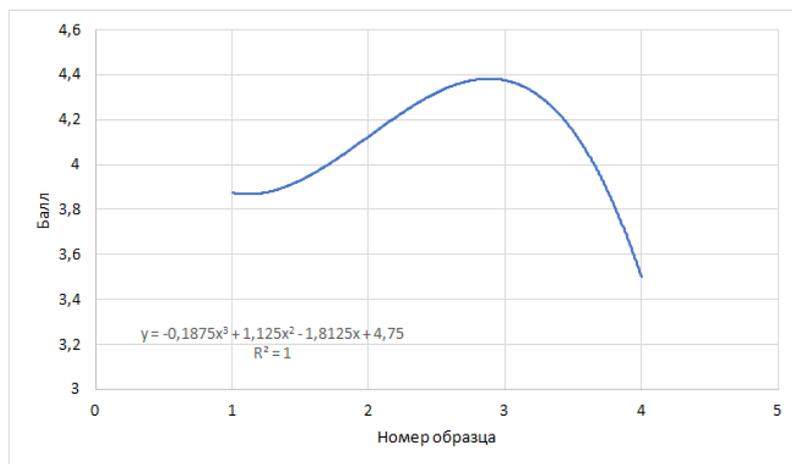


Рисунок 1 – Результаты балльной оценки органолептических свойств (вкус и запах) образцов йогурта:

- 1 – Образец с *Bifidobacterium* (5%), овсяным сироп (4%), шпинатом (0,7%)
- 2 – Образец с *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* (5%), овсяным сироп (4%), шпинатом (0,7%)
- 3 – Образец с *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* (5%), овсяным сироп (4%), шпинатом (1%)
- 4 – Образец с *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus* (5%), овсяным сироп (4%), шпинатом (1,3%)

По мнению дегустаторов наиболее удачными оказались образцы с закваской, в состав которой входят *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*. Образец со шпинатом, доля которого составляет 1%, получил большее количество баллов. Было отмечено, что он имеет приятный сладковатый кисломолочный вкус с привкусом зелени и светло – зеленый цвет (фисташковый).

При оценке по рангам дегустаторы также отдали предпочтение образцу с закваской, в состав которой входят *Lactobacillus bulgaricus* и *Streptococcus thermophilus*, и шпинатом, доля которого составляет 1%. Четыре человека из восьми поставили его на первое место, по сравнению с остальными образцами. Образец с долей шпината 1,3% получил самый низкий балл при оценке органолептических свойств, что свидетельствует о нецелесообразности дальнейшего увеличения его массовой доли в составе продукта. Вкус становится приторным, сильно выраженный привкус шпината и волокон негативно сказывается на органолептических качествах

продукта.

На основании вышеизложенного можно заключить, что для дальнейших исследований следует рекомендовать образец кисломолочного продукта, произведенных по технологии йогурта, сквашенный закваской, содержащей термофильный стрептококк и болгарскую палочку, овсяный сироп и сухой порошок шпината в количестве 1 %.

Список литературы

1. Шишиков, Ю.И. ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности / Ю.И. Шишиков. – Текст: непосредственный // Пищевая промышленность. – 2007. – № 1. С. 10-11.
2. ТР ТС 033/2013. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности молока и молочной продукции" от 09.10.2013. – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050562>
3. A. Kala & Jamuna Prakash (2004) Nutrient Composition and Sensory Profile of Differently Cooked Green Leafy Vegetables, International Journal of Food Properties, 7:3, 659-669. – Text: Electronic.
4. Чекина, М.С. Пищевая биотехнология / М.С. Чекина, Т.В. Меледина. – Текст: непосредственный // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. Пищевая биотехнология. – 3 (69). – 2016.

УДК 664.14

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СИРОПОВ В МОЛОЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Демидова Татьяна Сергеевна, студент-бакалавр
Хайдукова Елена Вячеславовна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье рассматриваются вопросы, связанные с возможностью применения различных растительных сиропов при производстве молочных продуктов, повышающих их пищевую ценность.

Ключевые слова: молочные продукты, растительные сиропы, физико-химические показатели, пищевая ценность

В настоящее время отмечаются положительные тенденции в изменении рациона питания населения РФ всех возрастов, что обусловлено появлением продуктов питания, содержащих различные биологически ценные компоненты. Необходимость обогащения продуктов питания микронутриентами высокой биологической ценности связано с ухудшением экологической ситуации, изменением образа жизни, уменьшением энергозатрат [1].

Молоко и продукты его переработки традиционно востребованы у всех возрастных категорий населения. Для приготовления различных молочных продуктов, таких как: йогурты, творожки, коктейли и др. применяют разнообразные наполнители, в том, числе сиропы. В настоящее время всё более востребованными становятся продукты питания на основе натурального растительного сырья, которое содержит широкий спектр минеральных веществ и витаминов. Сочетание нутриентов животного и растительного сырья обогащает готовый продукт и повышает его пищевую ценность.

Цель исследования: изучить возможность использования при производстве молочных продуктов растительных сиропов, повышающих пищевую ценность продуктов.

Задачи исследования: изучение физико-химических показателей растительных сиропов.

Объект исследования: растительные сиропы.

Методы исследования: титриметрические, инструментальные.

Согласно ГОСТ 28499-2014 Сиропы. Общие технические условия, сироп – это концентрированный продукт, изготовленный из пищевых ингредиентов с массовой долей сухих веществ не менее 50,0%, а сироп с соком - сироп, изготовленный с использованием натурального и (или) спиртованного и (или) концентрированного сока и других компонентов, который может содержать подсластители, ароматизаторы и красители, полученные из сырья растительного или микробного происхождения [2].

При проведении исследований использовали различные растительные сиропы:

– сироп фейхоа – концентрированный сок фейхоа. Данная ягода имеет высокое содержание водорастворимых соединений йода, который жизненно необходим для нормального обмена веществ у людей. Его нехватка приводит к болезням щитовидной железы, эмоциональной нестабильности и к кардиологическим проблемам и отекам. Так же фейхоа превосходит другие ягоды по содержанию количества витамина С, сахарозы, пектиновых веществ и клетчатки. Плоды фейхоа рекомендуют употреблять при воспалительных заболеваниях желудочно-кишечного тракта, щитовидной железы, гастрите, а также при гипо- и авитаминозе [3].

– сироп шиповника - концентрированный сахарный раствор и водная вытяжка ягод шиповника. Плоды шиповника являются отличным источником большого количества антиоксидантов, обладают фитонцидным и мощным бактерицидным свойством. Сироп шиповника содержит большое количество витаминов (особенно С), а также дубильные вещества, пектины, органические кислоты и эфирные масла. Сироп шиповника обладает иммуностимулирующим действием и улучшает мозговое кровообращение. Он полезен для профилактики гиповитаминозов, при недостатке аппетита, при переутомлении и стрессе [4].

– сироп вишневый-концентрированная жидкость из вишневого сока, уваренного с сахаром. Вишневый сироп содержит: витамины группы В, С, А и К; макро- и микроэлементы (кальций, калий, фосфор, железо и медь); полиненасыщенные жирные кислоты, участвующие в обменных процессах в организме; лютеин, улучшающий зрение; органические кислоты, снижающие рН в желудочно-кишечном тракте, что губительно для некоторых возбудителей кишечных инфекций. Сироп оказывает благотворное влияние на нервную и сердечно-сосудистую системы, повышает иммунитет, служит для профилактики анемии [4].

– сироп кленовый – концентрированный сок клена. Содержит витамины группы В, минералы (цинк, марганец, железо, калий, кальций, магний, фосфор), полифенолы, органические кислоты, фитогормоны, высокое содержание углеводов, но имеет меньший гликемический индекс, чем сахароза, улучшает работу сердечно-сосудистой системы, обладает противовоспалительным эффектом, снимает кожные воспаления, увлажняет кожу, содержит пурины и оксалаты, которые защищают от аллергических реакций [4].

– сироп гранатовый – концентрированный сок граната. Содержит витамины (С, группы В), минеральные вещества (марганец, фосфор, магний, кремний, хром), углеводы, в том числе полисахариды, антоцианы, органические кислоты (лимонная, яблочная), дубильные вещества, полифенольные соединения. Благодаря такому составу имеет антиоксидантные, противовоспалительные, иммуномодулирующие, антибактериальные, антидиабетические свойства [5].

– сироп овсяный – продукт ферментации зерна овса. Содержит продукты ферментации не только углеводов, но и белков, жиров, приобретает сладкий вкус без дополнительного внесения углеводов, является источником пищевых волокон (целлюлоза, лигнин, слизиобразующие полисахариды), витаминов (группа В, Н, РР, Е), минеральных веществ (кремний, марганец, медь, кобальт, фосфор) [6].

Для определения физико-химических показателей растительных сиропов использовали методики и приборы:

– активная кислотность - прибор рН-150 МИ в соответствии с руководством по эксплуатации;

– титруемая кислотность - ГОСТ 25555.0-82 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности;

– массовая доля витамина С йодометрический метод по [7].

- массовая доля сухих веществ – прибор рефрактометр RL-3 по ГОСТ 6687.2-90 Напитки безалкогольные, квасы и сиропы. Методы определения сухих веществ. Рефрактометрический метод.

– антиокислительная активность по [8].

Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица 1 – Физико-химические показатели сиропов

Показатель Вид сиропа	pH	Титруемая кислотность, %	Витамин С, мг/100 см ³	М.д. сухих веществ, %	АОА (БАВ), мг/см ³
Фейхоа	3,75	2,98	33,0	70,0	0,57
Шиповник	5,68	0,26	46,2	69,6	0,89
Вишневый	4,55	2,12	18,8	62,3	0,35
Кленовый	5,77	0,45	11,2	55,0	0,23
Гранатовый	1,23	7,86	7,48	66,3	1,14
Овсяный	5,25	0,58	-	64,0	0,63

Активная и титруемая кислотности отражают содержание кислых компонентов, в частности органических кислот, находящихся в диссоциированном и недиссоциированном состоянии. Этот показатель в сиропах не нормируется и зависит от исходного сырья, но влияет на органолептические характеристики – вкус, аромат. Минимальное значение активной кислотности и максимальное значение титруемой кислотности получили в гранатовом соке.

Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты (витамина С) соответствует сиропу из шиповника. Витамин С является незаменимым микронутриентом, поэтому его внесение придает продукту функциональные свойства.

По массовой доле сухих веществ все исследованные сиропы соответствуют ГОСТ 28499-2014, так как этот показатель превышает 50%.

Антиокислительная активность характеризует содержание биологически активных веществ (полифенольные соединения, дубильные вещества, флавоноиды, витамины) и способность тормозить свободно-радикальные процессы в организме. Наибольшее значение этого показателя получено у гранатового сиропа.

В настоящее время на кафедре технологии молока и молочных продуктов идет разработка технологии различных молочных продуктов с использованием в качестве наполнителей растительных сиропов фейхоа, гранатового, овсяного.

Проведенные исследования показывают возможность использования этих растительных сиропов в рецептуре различных молочных продуктов. Комбинирование сырья животного и растительного происхождения расширяет ассортимент пищевых продуктов с учетом различных потребительских предпочтений, обогащает эссенциальными микронутриентами (витамины, минеральные вещества, биологически активные вещества), придает протекторные свойства готовому продукту, повышает пищевую, биологическую ценность, а значит способствует улучшению здоровья человека.

Список литературы

1. МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации – Текст: электронный. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200076084>.
2. ГОСТ 28499-2014 Сиропы. Общие технические условия. – Текст: непосредственный.
3. Зиничева, А.Ю. Подбор ингредиентного состава молочного десерта с использованием творожной сыворотки / А.Ю. Зиничева, Д.С. Габриелян. – Текст: непосредственный // Передовые достижения науки в молочной отрасли: материалы Международной научно-практической конференции. Том 1. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2021. – С. 3-8.
4. Ключникова, Д.В. Растительное сырьё как компонент-обоганитель в технологии молочных продуктов / Д.В. Ключникова, Л.Р. Рамазанова. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2015. – № 10 (90). – С. 216-219.
5. Хомич, Л.М. Нутриентный профиль гранатового сока / Л.М. Хомич, И.Б. Перова, К.И. Эллер. – Текст: непосредственный // Вопросы питания. – 2019. – Т.88 – № 5 – С. 80-92.
6. Алексеева, А.А. Изучение физико-химических свойств сиропа овсяного / А.А. Алексеева, С.А. Куренков, Е.В. Хайдукова. – Текст непосредственный // Передовые достижения науки в молочной отрасли: материалы Международной научно-практической конференции. Том 1. – Вологда- Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2022. – С. 70-73.
7. Коренман, Я.И. Практикум по аналитической химии: анализ пищевых продуктов: учебник / Я.И. Коренман. – Москва: КолосС, 2005. – 295 с. – Текст: непосредственный.
8. Патент № 2170930 Российская Федерация. Способ определения антиокислительной активности / Т.В. Максимова [и др.]. – Текст: непосредственный.

УДК 657.6:637.1

АУДИТ ПОСТАВЩИКОВ НЕМОЛОЧНОГО СЫРЬЯ НА МОЛОЧНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

*Звездина Юлия Анатольевна, студент-магистрант
Неронова Елена Юрьевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: обеспечение качества выпускаемой продукции и услуг является основной целью деятельности метрологии, стандартизации и сертификации.

Ключевые слова: аудит поставщиков, лаборатория, испытания, качество, сырье.

При производстве нового вида масла с брусничным наполнителем важным аспектом является аудит поставщиков растительного сырья.

Внешний и внутренний рынки буквально переполнены предложениями о поставке сырья для тех или иных пищевых предприятий. Оптимальным вариантом будет направлять внимание на те компании, которые не боятся демонстрации своей продукции и условий ее хранения и производства.

Одним из ключевых моментов в системе взаимоотношений «заказчик-поставщик» является оценка и выбор поставщика на основе данных, позволяющих оценить его способности поставлять продукцию, стабильно соответствующую согласованным требованиям, включая качество продукции, сроки и форму поставки, цену, наличие системы менеджмента качества поставщика и т. п.

Важны даже такие детали, как упаковка, транспортировочная тара, складские помещения. Порядок и чистота свидетельствуют о соблюдении санитарно-гигиенических требований, а также об ответственном подходе к каждому процессу. Если же у поставщика сырья имеется программа, позволяющая маркировать продукцию знаком качества ХАССП, то это будет весомым доводом для выбора в его пользу.

Целью управления процессом закупки сырья и материалов является закупка их в необходимых количествах, соответствующих установленным требованиям, использование которых в производстве создаёт основу для изготовления высококачественной безопасной продукции, согласно требованиям действующего законодательства, потребителей, и эффективного использования материальных ресурсов.

Выбор поставщика заключается в определении всех возможных поставщиков требуемого вида материальных ресурсов путем использования сведений о конкурсах поставщиков, выставках и ярмарках, рекламы и специализированных каталогов, формирования списка поставщиков, сбора и анализа информации об их деятельности, имеющейся истории в базе организации. Сравниваются: финансовое положение предприятий, географическое положение, уровень цен продукции и условия платежей, резервные мощности предприятий, качественные характеристики продукции, возможные сроки выполнения экстренных заказов, частота и надежность поставок.

При выборе поставщика учитывают следующие факторы: репутацию поставщика, отсутствие отрицательных отзывов о нем от партнеров по бизнесу или в СМИ, склонность к контакту и длительным партнерским отношениям и т.п.

После проведения анализа и сокращения вариантов возможных по-

ставщиков, выбранные варианты оцениваются с точки зрения максимального удовлетворения потребностей заказчика в обеспечении материальными ресурсами.

На выбор поставщика влияет анализ требований, предъявляемых к поставщику. К таким требованиям относятся:

- качество и безопасность продукции (протокол испытаний не реже одного раза в год и с первой поставкой обязательно);
- органолептика, внешний вид (последняя партия и среднее за последние три поставки);
- цена за учетную единицу;
- упаковка и тара;
- условия оплаты;
- сроки выполнения текущих и экстренных заказов;
- склад поставщика (адрес склада);
- риски;
- гарантии на товар;
- наличие СМК и ХАССП у поставщиков (сертификат);
- кредитоспособность и финансовое положение поставщика
- минимальная партия.

Для поставщиков пищевых компонентов дополнительными критериями является результат оценки органолептических показателей дегустационной комиссией заказчика и аудит поставщика.

Аудит поставщика проводится, чтобы удостовериться в том, что выпускаемая продукция соответствует установленным требованиям, а качество является стабильным.

Аудиты проводятся как у постоянных, так и у потенциальных поставщиков, в том числе перед заключением договора (контракта).

Критерии аудита для пищевых предприятий привязаны к базам законодательным и нормативным, но они ограничиваются областью проверяемой деятельности. Требования нормативных документов включают и обязательное выполнение законодательных норм и регламентов (Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» ТР ТС 021/2011, ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования).

Аудиторы, проверяющие соответствие требованиям по ожиданиям от поставщиков, не проверяют финансовые данные, данные о продажах (кроме тех, которые напрямую связаны с заказчиком) или данные о ценах. Аудиторы не будут проверять данные о персонале, кроме данных, касающихся квалификации или обучения технического и специализированного персонала, выполняющего функции, относящиеся к аудиту.

Таблица 1 – Требования, предъявляемые к брусничному наполнителю для сливочного масла

Наименование показателя	Характеристика
Вкус и запах	Сладковато-кислый, со вкусом и запахом ягодного компонента – протертая брусника с сахаром. Посторонние привкус и запах не допускаются
Консистенция и внешний вид	Консистенция сиропобразная, однородная; с включениями частицами ягодного компонента – брусники, с равномерно распределенными в ней частями, одинаковыми по размеру.
Цвет	Обусловлен цветом ягодного компонента – темно-красный, однородный по всей массе и с вкраплениями частиц ягод брусники
рН, не более	4,2
Массовая доля сахарозы, %, не менее	5
Упаковка	Асептическая упаковка по 25 кг.

Таблица 2 – Допустимые уровни содержания токсичных элементов, пестицидов и радионуклидов в сырье (ягоды брусники)

Наименование показателя	Нормируемое значение
Свинец, мг/кг, не более	0,4
Мышьяк, мг/кг, не более	0,2
Ртуть, мг/кг, не более	0,02
Гексахлорциклогексан (α , β , γ изомеры)	0,05
ДДТ и его метаболиты	0,1
Радионуклиды: бк/кг цезий-137 стронций-90	160 -

Таблица 3 – Допустимые уровни содержания микроорганизмов в ягодном наполнителе

Наименование показателя	Нормируемое значение
КМАФАнМ КОЕ/см ³ (г), не более	$1 \cdot 10^3$
БГКП (колиформы) не допускаются в (г)	0,001
Патогенные, в том числе сальмонеллы, не допускаются в (г)	25
Стафилококки <i>S. aureus</i> не допускаются в (г)	0,01
Листерии <i>L. monocytogenes</i> не допускаются в (г)	25
Дрожжи, плесени КОЕ/г,	не допускаются

Приемка наполнителя. Определяется целостность упаковки и сопроводительные документы (удостоверение качества, декларация, товарно-транспортная накладная).

Таблица 4 – Анализ рынка поставщиков

Наименование поставщика	Наименование продукции	Положительные стороны	Отрицательные стороны
ООО «Компания Зеленый город» г. Нижний Новгород	ФЯН	Оперативное изготовление продукта, высокое качество.	Логистика из г. Нижний Новгород достаточно дорогая.
ООО «НаДо», Самарская область	Наполнители для молочной продукции	Ознакомление в процессе	-
ООО «Центис» Московская обл.	Наполнители для молочной продукции	Оперативное изготовление продукта, высокое качество.	-
ООО «Вильд Россия» г. Санкт-Петербург	Основа-арома	Предоставление скидок от объема партии, отсрочка платежа.	Минимальная партия по некоторым видам ассортимента выше страхового запаса. Длительный срок выполнения заявки (1 месяц)
ООО ТК «АН-ДА», г. Омск	ФЯН	Ознакомление в процессе	-
ООО «Берри стайл», г. Королев	ФЯН	Ознакомление в процессе	-

Аудит поставщиков. Рассмотрим методику проведения аудита поставщиков ягодного наполнителя (протертые ягоды брусники с сахаром) для производства сливочного масла пониженной жирности с брусникой и сахаром:

При выборе поставщика, аудитором собираются данные, позволяющие оценить его способности поставлять продукцию, соответствующую согласованным требованиям, включая цену, качество продукции, сроки и формы поставки.

Проверка деятельности предприятий-производителей, которые поставляют упаковочные материалы, осуществляется полным взаимным согласием сторон и скрепляются договорами. Аудиторская проверка проводится специальной комиссией, которая, в свою очередь формируется из специалистов предприятия [4].

Комиссия проводит проверку от начала производства, до доставки продукции, оценивает документы и учетные данные по объекту аудита.

После сбора доказательств аудитор заносит их в определенные формы документов и делает свое заключение. Если есть замечания и они не критичны, то до предприятия высылаются требования и спецификации с необходимыми нормами. При необходимости корректирующих действий, поставщик обязуется составить план мероприятий по улучшению процесса, обеспечить его выполнение, а также уведомить о результатах.

Далее начинается развитие поставщика, когда он присылает заказчику образец пищевого наполнителя с последующими лабораторными исследованиями. После успешной проверки, её тестируют на линии производства. Расфасованный и упакованный продукт отправляют на тест хранения для подтверждения срока хранения, указанного на упаковке. Расфасованные ранее образцы проверяют по микробиологическим, физико-химическим показателям в процессе хранения. Если отклонения не обнаружены, то заключается договор на основную поставку ингредиентов.

Аудит имеющихся поставщиков:

- Аудит проводится на основе изменений показателей качества поставляемой продукции в том случае, если произошел инцидент с ухудшением качества поставляемого наполнителя или была обнаружена жалоба от потребителя. Обычно данный аудит бывает внеплановый: формируется комиссия с выездом на завод поставщика с последующим расследованием и составлением корректирующих действий.

- Аудит, для определения динамики качества поставщика, проводится раз в 3 года для убеждения о наличии положительной динамики в качестве поставляемых ингредиентов и соответствии первоначальных требований. В любой момент предприятие имеет право запросить у поставщика декларации качества, результаты исследования о качестве данной продукции [7].

Отчет о результатах аудита содержит:

- Выявление сильных и слабых сторон предприятия;
- Определение несоответствия;
- Рекомендации по проведению корректирующих действий и улучшения.

В отчете справедливо и точно отражена деятельность по проведенному аудиту. Существенные осложнения в ходе аудита, а также расходящиеся мнения и разногласия между аудитором и поставщиком следует отражать в отчете.

Аудитор отражает только те факты, которые были тщательно проверены, подтверждены официальными документами и могут быть проверены повторно, ем самым избегая допущений и предположений, оценок и иных непроверенных суждений по содержанию и результатам аудиторской проверки.

Положения отчёта формируются таким образом, чтобы они были максимально понимаемы и читаемы всеми заинтересованными лицами в результатах аудита.

В нем отражена информация о необходимости выполнения корректирующих действий или мероприятий по улучшению процесса. Результаты регистрируются в специальном журнале и документы, относящиеся к аудиту, хранят в соответствующем отделе.

Когда программа надзора завершена, проверенный аудиторский отчет рассылается всем заинтересованным сторонам, и аудит считается законченным.

Заключение аудитора содержит информацию о необходимых исправлениях, предупреждениях или действиях после принятия решения.

Список литературы

1. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»: утвержден Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011 года N 880. – Текст: электронный. – URL: www.consultant.ru/document/cons_doc-LAW_124768/
2. ГОСТ Р 54682-2011 Полуфабрикаты. Наполнители фруктовые и овощные. Общие технические условия. – Текст: электронный. – URL: <https://gostassistant.ru/doc/bc4b73c6-0085-4a5b-9ef1-9feeb0f92260/>
3. Торшаева, Ш. М. Основы аудита: учебное пособие / Ш.М. Торшаева. – Караганда: КУБУП, 2011. – 260 с. – Текст: непосредственный
4. Федеральный закон «Об аудиторской деятельности» от 30.12.2008 N 307 – ред. От 02.10.2016. – Текст: электронный. – URL: <https://base.garant.ru/12164283/>
5. ГОСТ Р ИСО 22000—2019 Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции: дата введения 2020-01-01. – Текст: электронный. – URL: https://mskstandart.ru/upload/file/gost_r_iso_22000-2019.pdf
6. ГОСТ Р ИСО 22000—2019 Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции: дата введения 2020-01-01. – Текст: электронный. – URL: https://mskstandart.ru/upload/file/gost_r_iso_22000-2019.pdf
7. Харитончик, А.И. Сравнение вариантов осуществления аудит эффективности бизнес-процессов организации / А.И. Харитончик. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2013. – №6. – С. 464-466.
8. Молодые исследователи агропромышленного и лесного комплексов – регионам. Том 2. Технические науки: Сборник научных трудов по результатам работы VI Всероссийской научнопрактической конференции с международным участием. – Текст: электронный. – URL: https://molochnoe.ru/resources/files/nauka/sborniki/sbornik_32_2021.pdf
9. ИСО 9001 Системы менеджмента качества. – Текст: непосредственный.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВИТАМИНИЗИРОВАННОГО БИОЙОГУРТА С КОНЦЕНТРИРОВАННЫМ СОКОМ ФЕЙХОА

*Зеленова Юлия Викторовна, студент-магистрант
Габриелян Дина Сергеевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** статья посвящена результатам исследования по разработке технологии витаминизированного биоюгурта. Для повышения пищевой ценности продукта предложено включить в рецептуру концентрированный сок фейхоа. Исследовано его влияние на показатели качества витаминизированного биоюгурта и определена рациональная доля его внесения.*

***Ключевые слова:** биоюгурт, концентрированный сок фейхоа, витаминный премикс V_{12} .*

Приоритетом развития молочной отрасли России является не столько расширение ассортимента традиционных продуктов, сколько внедрение в линейку молочных продуктов различных обогащенных функциональными ингредиентами продуктов. Уникальность молочных продуктов обусловлена способностью обеспечить в основных незаменимых питательных компонентах организм человека. А внесение растительных ингредиентов добавляет им функциональности. Минеральные вещества функциональных добавок являются жизненно необходимыми и полезным элементами для организма человека [1].

Российский молочный рынок активно расширяет ассортимент предоставляемой молочной продукции. Эксперты прогнозируют постепенное снижение потребления традиционных молочных продуктов, таких как сметана, ряженка, простокваша. В большей степени спрос идет в пользу обогащенных современных продуктов, таких как биокефир, биомолоко, биоюгурт [2].

Биоюгурт является одним из самых известных и популярных кисломолочных продуктов. Он отличается от обычного йогурта тем, что в состав закваски входят бифидобактерии. За счет этого биоюгурт сочетает в себе широкий спектр полезных свойств: способствует нормализации работы пищеварительной системы, улучшает микрофлору кишечника, благоприятно влияет на общее состояние организма, повышает иммунитет, улучшает состояние кожного покрова, костей и зубов [3].

Для обогащения биоюгурта витаминами целесообразно использовать премиксы. В премиксах витамины используются в виде специальных водорастворимых форм, которые стабильны при тепловой обработке. Это

позволяет осуществлять их добавление перед пастеризацией молока (премикс предварительно растворяется в молоке при температуре 18-22°C, в соотношении 1:10 при постоянном перемешивании), что гарантирует микробиологическую чистоту продукта. В данной работе мы используем витаминный премикс В₁₂. Витамин В₁₂ (кобаламин) участвует в биосинтезе и превращениях аминокислот. Регулируют нервную систему и кроветворение [4].

Наиболее популярны биоигурты с вкусовыми компонентами. В качестве наполнителей для улучшения вкусовых качеств и насыщения полезными свойствами витаминного комплекса, а также для обогащения различными биологически активными компонентами можно использовать: сокодержательные сиропы, фруктовые, ягодные и овощные соки, натуральные экстракты. А также в дополнении вкусовых качеств возможно внесение сахара, сахарозаменителей, и различных натуральных сиропов и т. д.

Представляет интерес использования в качестве вкусового компонента концентрированного сока фейхоа. Он изготовлен из сока прямого отжима, путем сгущения под вакуумом без добавления сахара. По внешнему представляет собой густую, вязкую непрозрачную жидкость, без осадка, темно зелёного цвета, соответствующий цвету фейхоа, с кисло-сладким вкусом с легким земляничным ароматом.

Отличительным признаком фейхоа является высокое содержание в плодах водорастворимых соединений йода. По их содержанию фейхоа может сравниться с морепродуктами, ни одно растение не накапливает такое большое количество соединений йода (около 0,2 – 1 мг в 100 г продукта). [1]. Фейхоа – источник растворимой клетчатки. Плоды фейхоа богаты витаминами: С, В₂, В₃, В₅, В₆, РР. Фейхоа содержит легкоусвояемые белки и жиры, что позволяет отнести его к диетическим продуктам питания. Углеводы плодов фейхоа представлены легкоусвояемыми для организма человека фруктозой и глюкозой; их суммарное содержание находится в пределах 60–70% от общего количества сахаров [5, 6].

Цель работы – разработка рецептуры витаминизированного биоигурта.

Для достижения поставленной цели необходимо исследовать возможность использования концентрированного сока фейхоа в технологии витаминизированного биоигурта и установить рациональную долю его внесения.

Биоигурт получали по традиционной технологии йогурта. В качестве молочной основы использовали обезжиренное молоко, для повышения сухого обезжиренного молочного остатка - сухое обезжиренное молоко. Нормализованную смесь подвергали пастеризации при температуре (92±2)°С в течение 5-8 мин, охлаждали до температуры сквашивания (42±2)°С и вносили 5% закваски. Окончание сквашивания определяли по

кислотности сгустка (75-85) °Т.

После окончания сквашивания сгусток охлаждали до температуры (14±2)°С. Для установления доли внесения концентрированного сока фейхоа в охлажденный сгусток вносили вкусовой наполнитель. Интервал варьирования доли концентрированного сока фейхоа выбран с учетом рекомендаций производителя и составил от 5 до 30 %. В опытных образцах оценивали органолептические показатели (вкус и запах, консистенцию, цвет) с использованием условной балльной шкалы.

Результаты исследований показали (рисунок 1), что опытный вариант продукта, содержащий 15 % концентрированного сока фейхоа, характеризовался лучшими органолептическими показателями. Образец с содержанием наполнителя 10 % имел невыраженный вкус и аромат сока. С повышением доли более 15 % наблюдалось излишнее проявление приторного вкуса наполнителя, появлялся горьковатый привкус. Продукт имел излишне зеленый. По оценке некоторых членов дегустационной комиссии наблюдалось снижение оценки за излишне зеленый цвет.

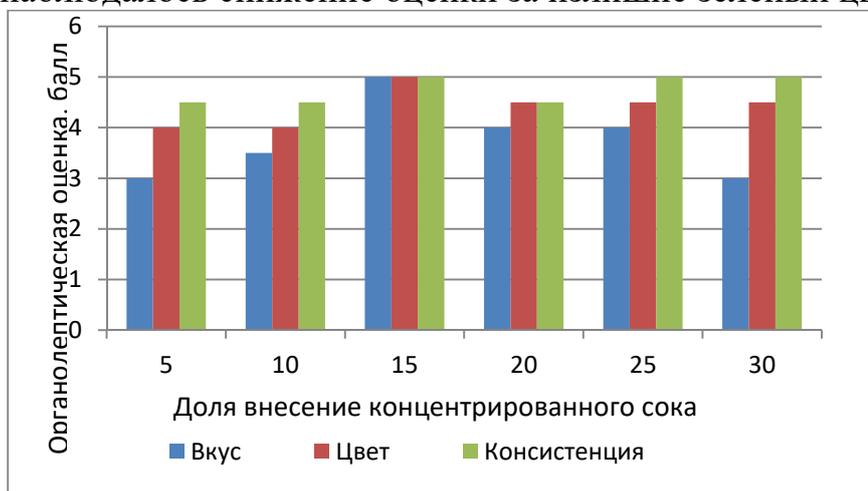


Рисунок 1 – Балльная оценка опытных образцов в зависимости от массовой доли концентрированного сока фейхоа

В результате выполненных исследований экспериментальным путем разработана рецептура витаминизированного биоигурта (таблица 1).

Таблица 1 – Рецептура на производство биоигурта с концентрированным соком фейхоа витаминизированный, на 1000 кг (без учета потерь)

Компоненты	Расход компонентов
Молоко обезжиренное с массовой долей жира 0,05%	798,65
Молоко сухое обезжиренное	50,6
Витаминный премикс 730/4	0,75
Концентрированный сок Фейхоа	150
Итого	1000

В результате выполненных исследований установлена

целесообразность использования концентрированного сока фейхоа при производстве витаминизированного биоюгурта и установлена рациональная доля его внесения (15%). Таким образом, можно сделать вывод о том, что потребление биоюгурта в ежедневном рационе людей приведёт к положительному действию на организм.

Список литературы

1. Ключникова, Д.В. Функциональные молочные продукты, обогащенные нетрадиционными растительными компонентами / Д.В.Ключникова, А.И. Исмаилова. – Текст: непосредственный // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 6 (48). – Часть 2. – С. 72 – 74.
2. Ермакова, Е.Е. Современное состояние и перспективы развития молочной промышленности РФ / Е.Е. Ермакова, Ш.А. Атабаева. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2014. – № 7 (66). – С. 338-340.
3. Попова, М.А. Перспективные направления производства кисломолочных продуктов, в частности йогуртов / М.А. Попова, М.Б. Ребезов, Р.А. Ахмедьярова [и др.]. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2014. – № 9 (68). – С. 196-199.
4. Грунская, В.А. Биотехнология продуктов функционального назначения на молочной основе: учебно-методическое пособие / В.А. Грунская, Д.С. Габриелян, Н.Г. Острцова. – Вологда-Молочное: Вологодская ГМХА, 2019. – 84 с.
5. Матюнина, О.И. Современные подходы к созданию функциональных продуктов питания с использованием побочных продуктов молочного производства и растительного сырья / О.И.Матюнина, В.И. Манжесов, Е.Е. Курчаева. – Текст:непосредственный // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 3. – С. 254-257.
6. Зиничева, А.Ю. Подбор ингредиентного состава молочного десерта с использованием творожной сыворотки/А.Ю.Зиничева, Д.С. Габриелян. – Текст: непосредственный // Передовые достижения науки в молочной отрасли: Сборник научных трудов по результатам работы Международной научно-практической конференции. Часть 1. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2021. – С. 3-8.

**РАЗРАБОТКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ
МЯГКОГО СЫРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНОГО
МОЛОЧНОГО СЫРЬЯ**

*Ильченко Екатерина Михайловна, студент-бакалавр
Казакова Екатерина Владимировна, науч. рук., к.с.-х.н., доцент
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия*

***Аннотация:** в работе приведены результаты исследований по использованию вторичного молочного сырья в технологии мягкого сыра.*

В качестве объекта исследования была взята пахта, как вторичный продукт производства сливочного масла.

В ходе проведенных исследований была доказана целесообразность использования пахты в качестве основного сырья для производства мягких сыров. Также выявлен ряд преимуществ пахты по сравнению с молоком:

– пахта является недорогим побочным сырьем, остающимся после выработки сливочного масла;

– пахта содержит в среднем на 4-5% больше белка, чем молоко, благодаря чему повышается выход готовой продукции;

– анализ химического состава изучаемых образцов готовой продукции из пахты (сыра) показал, что мягкий сыр из пахты содержит в 2,7 раза меньше жира, чем аналогичный образец из молока, поэтому продукты из пахты можно рекомендовать людям, имеющим медицинские противопоказания в отношении пищи с повышенным содержанием жира, а также отдающим предпочтение диетическим продуктам.

***Ключевые слова:** пахта, термокислотная коагуляция, мягкий сыр, ресурсосберегающая технология*

***Введение.** Современная пищевая промышленность активно работает над увеличением объема и расширением ассортимента продуктов питания. Особенно интенсивная работа в этом направлении ведется на предприятиях молочной промышленности, для которых проблема рационального использования вторичного молочного сырья, такого как: пахта, молочная сыворотка и обезжиренное молоко (обрат), по-прежнему актуальна.*

Одним из путей решения этой проблемы является разработка технологии молочных продуктов на основе вторичного молочного сырья, в частности пахты. Пахта, является вторичным продуктом переработки сливок при выработке сливочного масла из молока сельскохозяйственных животных [8].

Перспективным направлением переработки пахты, по нашему мнению, является технология мягких сыров, как одних из наиболее полноценных белковых продуктов, содержащих в своем составе уникальный ком-

плекс пищевых макро- и микронутриентов.

В сыроделии существует четыре способа формирования сгустка молока: кислотный, сычужный, кислотно-сычужный и термокислотный. В производстве мягких сыров широко используется термокислотная коагуляция, способствующая значительному увеличению выхода, сокращению продолжительности технологического процесса и повышению пищевой ценности сыра [4, 5].

При выработке сыров термокислотным способом в качестве подкисляющего агента используют лимонную, уксусную, молочную или другие кислоты. Процесс коагуляции осуществляется при температуре 80-95°C [8].

В России одним из наиболее распространенных среди мягких сыров термокислотной группы является адыгейский сыр, технология которого взята за основу в данном исследовании [6].

Целью настоящей работы является разработка ресурсосберегающей технологии мягкого сыра с низким содержанием жира, вырабатываемого способом термокислотной коагуляции белков пахты.

Материалы и методы исследований

Материалы исследований: молоко цельное коровье; пахта, полученная при выработке сладкосливочного масла; подсырная сыворотка.

Методы исследований:

- определение чистоты сырья – по ГОСТ 8218-89;
- определение бактериальной обсемененности молока и пахты по методу определения редуктазы с резазурином – по ГОСТ 32901-2014;
- определение массовой доли сухого вещества в молоке и пахте – по ГОСТ 54668-2011;
- определение массовой доли жира в молоке и пахте – по ГОСТ 5867-90;
- определение массовой доли белка в молоке и пахте – по ГОСТ 25179-2014;
- определение плотности молока и пахты – по ГОСТ 54758-2011;
- определение активной кислотности молока и пахты – по ГОСТ 32892-2014;
- определение массовой доли влаги в сыре – по ГОСТ 26809.2-2014;
- определение массовой доли жира в сыре – по ГОСТ 2446-2011.

Результаты и обсуждения. В ходе научно-исследовательской работы были проведены экспериментальные исследования процессов термокислотной коагуляции цельного молока и пахты и установлены оптимальные параметры температуры и кислотности для процесса коагуляции белков пахты. В качестве модельной технологии для изучения возможности использования пахты в качестве основного сырья при выработке мягких сыров была предложена технология сыра.

В результате проведенных нами исследований установлено влияние

режимов пастеризации сливок при выработке сладкосливочного масла на пригодность получаемой пахты для дальнейшего производства мягкого сыра. В процессе пастеризации сливок при температуре 86°C в течение 110 минут происходит практически полная денатурация молочных белков, гидрофобные группы белков почти не взаимодействуют друг с другом и не образуют агломератов. Об этом также свидетельствует крайне мягкая консистенция сырного зерна и конечного продукта. При применении более щадящих режимов пастеризации сливок, температурный диапазон которых не превышает 85°C и значительном сокращении продолжительности их выдержки столь полной денатурации не происходит, в связи с чем сырное зерно образуется крупное и упругое, а конечный продукт имеет плотную консистенцию.

В ходе эксперимента была проведена оценка физико-химических параметров готового продукта. Согласно результатам оценки физико-химических показателей, содержание жира в опытном образце сыра оказалось в 2,7 раза меньше по сравнению с контрольным. Это объясняется значительно меньшим содержанием жира в пахте (в данном эксперименте содержание жира в молоке составило 3,86%, тогда как в пахте – 1,48%). На содержание влаги в опытном образце значительное влияние оказала пастеризация сливок, в связи с чем образец сыра из пахты (опытный) содержал на 10,5% больше влаги, по сравнению с контрольным, приготовленным из молока.

Анализ структурно-механических показателей изучаемых образцов мягкого сыра показал, что пенетрационное давление и работа разрушения в отношении контрольного образца, значительно превосходят эти показатели опытного образца, что свидетельствует о более плотной консистенции контрольного образца сыра выработанного из молока (таблица 1).

Таблица 1 – Структурно-механические показатели готового продукта

Показатель	Номер образца	
	Образец 1 (контроль)	Образец 2 (опыт)
Пенетрационное давление	1021	519
Глубина погружения, мм	10	10
Работа разрушения, мДж	61,30	25,54

Эта особенность консистенции контрольного образца была отмечена и при изучении органолептических показателей исследуемых образцов мягкого сыра дегустационной комиссией.

При изучении технологических показателей контрольного и опытного образцов мягкого сыра установлено, что применение пахты в качестве основного сырья для производства мягкого сыра повышает выход готового продукта на 9,3%. На увеличение выхода влияет более высокое содержание белка в пахте, по сравнению с молоком (в данном исследовании со-

держание белка в молоке 3,07%, в пахте – 3,21%), а также повышенное содержание влаги в опытном образце.

Выводы. На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что проведенными исследованиями подтверждена основная рабочая гипотеза, о целесообразности применения пахты в качестве основного сырья для производства мягкого сыра. Применение пахты в технологии мягких сыров позволяет рационально использовать побочный продукт производства сливочного масла, в результате чего была разработана рецептура и технология производства мягкого сыра методом термокислотной коагуляции белков пахты. Также выявлен ряд преимуществ пахты по сравнению с молоком:

– пахта является недорогим побочным сырьем производства сливочного масла, благодаря чему снижается себестоимость готового продукта;

– анализ химического состава готовых образцов показал, что мягкий сыр из пахты содержит в 2,7 раза меньше жира, чем аналогичный образец из молока, поэтому продукты из пахты можно рекомендовать людям, имеющим медицинские противопоказания в отношении пищи с повышенным содержанием жира, а также отдающим предпочтение диетическим продуктам;

– согласно проведенным исследованиям, пахта содержит на 4,6% больше белка, чем молоко, благодаря чему выход готового продукта повышается на 9,3%. В данной работе выход мягкого сыра из пахты составил 12,9%, из молока – 11,8%.

Список литературы

1. Белки молока. Аналитические методы в энциклопедии молочных наук / Д. Дюпон [и др.]. – 2-е изд. – Сан-Диего, Калифорния, США, 2011. – 741–750с. – Текст: непосредственный.
2. Карпеня, М.М. Технология производства молока и молочных продуктов / М.М. Карпеня, В.И. Шляхтунов, В.Н. Подрез. – Москва: НИЦ ИНФРА-М, 2022. – 440 с. – Текст: непосредственный.
3. Крусь, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов/А.Г. Храмцов, Э.В. Волокитина, С.В. Карпычев. – Москва: «КолосС», 2018. – 455с. – Текст: непосредственный.
4. Казакова, Е.В. Оценка коров черно-пестрой, голштинской и айрширской пород по продуктивности и технологическим свойствам молока при выработке сыра: автореф. дис. кан. с.-х. наук.: 06.02.04 / Е.В. Казакова – Москва, 2006. – 21с. – Текст: непосредственный.
5. Мироненко, И.М. Особенности технологии производства термокислотных натуральных сычужных сыров/ И.М. Мироненко – Барнаул: ФГБНУ «Сибирский НИИ сыроделия», 2021. – 8с. – Текст: непосредственный.
6. Скотт, Р.М. Производство сыра: научные основы и технологии/ Р.М. Скотт, Р.К. Робинсон, Р.А. Уилби. – СПб.: Профессия, 2005. – С. 15-27. – Текст: непосредственный.

7. Смирнова, И.А. Исследование закономерностей формирования сыров с термокислотной коагуляцией: автореф. дис. кан. тех. наук: 05.18.04/ И.А. Смирнова – Кемерово: ЛАНЬ, 2011. – 429с. – Текст: непосредственный.
8. Суюнчев, О.А. Разработка ресурсосберегающих технологий мягких сыров и других продуктов из коровьего и козьего молока: автореф. дис. кан. тех. наук: 05.18.04 / О.А. Суюнчев. – Ставрополь, 2019. – 342с. – Текст: непосредственный.
9. Файзиев, Д.С. Исследование термокислотной коагуляции белков молока с целью разработки технологии низкожирных мягких сыров: автореф. дис. кан. тех. наук: 05.18.04 / Д.С. Файзиев. – Москва, 1992. – 20с. – Текст: непосредственный.

УДК 664.3.033.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ КОНЦЕНТРИРОВАННЫХ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ВОЛН С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОЙ ЭМУЛЬСИИ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ

*Катаранов Глеб Олегович, студент-магистрант
Баранов Олег Александрович, студент-магистрант
Пазгалова Елизавета Николаевна, студент-бакалавр
Баронов Владимир Игоревич, к.т.н., доцент
Фиалкова Евгения Александровна, науч. рук., д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье рассматривается применение энергии сконцентрированного ультразвука с целью получения устойчивой эмульсии типа масло в воде.

Ключевые слова: ультразвук, пищевая промышленность, эмульсия, устойчивая эмульсия, моделирование

Эмульсии – это микрогетерогенные системы, состоящие из двух нерастворимых или ограниченно растворимых жидкостей.

Использование эмульсий достаточно широко. Многие пищевые продукты являются эмульсиями. Это, в первую очередь, связано с тем, что жиры, являясь необходимой составной частью рациона, нерастворимы в водной среде, поэтому они усваиваются организмом только в эмульгированном состоянии.

Многие лекарства также готовят в виде эмульсий. Как правило, внутрь принимают эмульсии М/В, а наружные средства представляют из себя эмульсии обратного типа.

Методы получения дисперсных частиц принято разделять на две группы: диспергационные и конденсационные.

Диспергационные методы используют в основном для получения грубодисперсных частиц – от 1 мкм и выше. С помощью специальных приборов удаётся снизить границу размеров примерно до 0.1 мкм, но в промышленности обычно получают более крупные частицы. Для получения мелких капель в эмульсиях используют преимущественно механические методы: встряхивание, быстрое перемешивание, сопровождаемое кавитационными разрывами; воздействие ультразвука [1].

Ультразвук – это диапазон звуковых колебаний с частотой 20 000 - 10¹⁰ Герц. За счёт колебаний среды под воздействием ультразвуковых волн создаётся кавитация, образующая микропузырьки, наполненные парами жидкости и имеющими низкое разрежение, при схлопывании которых создаётся сильное механическое воздействие на окружающие частицы.

Уже в 1927 г. Вуд и Лумис показали, что под действием интенсивных ультразвуковых волн такие несмешивающиеся жидкости, как вода и масло или вода и ртуть, образуют эмульсии. Если в стеклянный сосуд налить слоями друг над другом две несмешивающиеся жидкости, например воду и бензол, и подвергнуть их снизу действию интенсивных ультразвуковых волн, то можно увидеть, как бензол над поверхностью раздела быстро мутнеет, а вода внизу также медленно остановится мутной. Без особых трудностей в течение 1-2 мин. в 1 л воды удается эмульгировать 50-60 см³ бензола. Кроме того, при образовании эмульсии под действием ультразвука решающее значение могут иметь внешнее давление и наличие в жидкости пузырьков воздуха и растворенных газов [2].

Целью данного исследования является теоретическое обоснование влияния сконцентрированного ультразвука на получение устойчивой эмульсии.

Для усиливающего эффекта ультразвука был спроектирован поточный аппарат с ультразвуковым фокусирующим параболической формы, который позволяет сконцентрировать волны ультразвука в конкретной области, а именно в центре входа выходящего канала для повышения эффективности дробления жировых капель в продукте.

Для образования в идеальной жидкости полости радиусом R, к ней необходимо приложить растягивающее напряжение P, равное давлению Лапласа, обусловленному поверхностным натяжением σ , для воды равно 80 дин/см², для подсолнечного масла 33 дин/см² [3].

$$P = \frac{2\sigma}{R}$$

Чтобы разорвать идеальную жидкость, нужно раздвинуть её частицы на расстояние, равное примерно удвоенному межмолекулярному расстоянию. При этом давлении должно составлять соответственно для воды 8000 атмосфер, для масла 3330 атмосфер. Однако это приблизительные расчёты, не учитывающие множественные параметры веществ. Экспериментальные же исследования показывают 270 атмосфер. В первую очередь на это влия-

ет содержание солей, ПАВ, которые оседают на поверхности пузырька и снижают его поверхностное натяжение. Кавитации предшествуют зародыши кавитации, представляющие из себя растворённые в жидкости вещества.

Для протекания кавитации также необходимо учитывать резонансную частоту колебания самого пузырька, который рассчитывается по формуле [3]:

$$v_{рез} = \frac{1}{2\pi R_0} * \sqrt{\frac{3\gamma(P_0 + \frac{2\sigma}{R_0})}{\rho}}$$

где γ – отношение теплоёмкостей заполняющего пузырек газа; ρ – плотность жидкости.

Для подсолнечного масла резонансная частота будет составлять 265 кГц, для воды же 500 кГц.

Если частота ультразвука превосходит резонансную частоту пузырька $v_{рез}$, то размеры последнего не будут успевать изменяться вслед за быстрыми изменениями давления и такие пузырьки будут исключаться из кавитационного процесса. Поэтому нет смысла исследовать влияния более высоких частот ультразвука на исследуемые среды, в рамках данного исследования стоит опираться на максимальную частоту 265 кГц.

Для исследования траектории и акустического давления ультразвуковых волн был использован программный пакет COMSOL Multyphysics Ultrasound, позволяющий рассчитать поведение звуковых колебаний в проектируемой геометрии.

Смесь масла и воды движется по каналу к фокусирующему 3, подвергаются механической обработке ультразвуком, после чего удаляются из аппарата через канал 2.

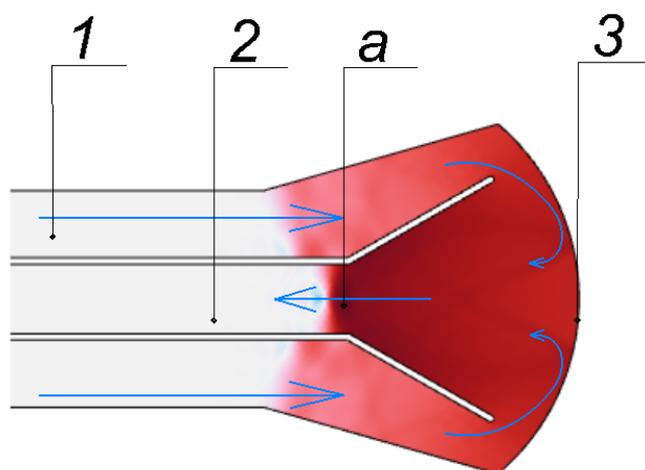


Рисунок 1 – Распространение ультразвука в пространстве эмульсора:
 1 – канал с поступающим продуктом; 2 – канал с обработанным продуктом;
 3 – фокусирующийся

По рисунку видна концентрация звукового давления в точке «а», в области которой и происходит дроблений жировых капель кавитацией. Для возникновения кавитации в конкретной среде необходим определённый уровень звукового давления, указанного в таблице 1. Уровень звукового давления в области составил 789.53 атмосферы. Потеря ультразвуковой энергии при разработке данного аппарата является сложной проблемой, которая была решена конструктивна за счёт установки концентрического перехода, который не даёт ультразвуку «гулять» по пространству аппарата и использовать энергию в определённой области.

Таблица 1 Звуковое давление P_a , при котором возникает кавитация, вязкость η , скорость распространения звука c и волновое сопротивление ρc для различных жидкостей при гидростатическом давлении $P - 1 \text{ атм}$ [4]

ЖИДКОСТЬ	η , пуазы (при 25° С)	σ , г/см ³	$C \cdot 10^5$ с м/сек	ρc , 10^5 г/см ² ·сек	P_a , атм
Касторовое масло	6,3	0,969	1,477	1,43	3,9
Оливковое масло	0,84	0,912	1,431	1,308	3,61
Маисовое	0,63	0,914	1,463	1,333	3,05
Соевое	0,45	0,919	1,461	1,362	2,45
Льняное	0,38	0,921	1,468	1,353	2,36
Китовый жир	0,25	0,88	1,440	1,268	2,9
Диметилфталат	0,178	1,176	1,463	1,722	3,2
Керосин	0,04	0,81	1,324	1,072	2,0

По результатам расчёта, для создания кавитации в исследуемой среде соблюдается все необходимые условия. Сконцентрированные волны ультразвука обеспечивают звуковое давление для создания кавитации и дальнейшего эмульгирования сред.

Список литературы

1. Гельфман, М.И. Коллоидная химия / М. И. Гельфман, О. В. Ковалевич, В. П. Юстратов. – 8-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2023. – Текст: непосредственный.
2. Бергман, Л. Ультразвук и его применение в науке и технике: учебник/ Л. Бергман. – Москва: Издательство иностранной литературы, 1957. – 727 с. – Текст: непосредственный.
3. Шутилов, В.А. Основы физики ультразвука: учебник / В.А. Шутилов, 1980. – Ленинград: издательство Ленинградского университета. – 281 с. – Текст: непосредственный
4. Мэзон, У. Методы и приборы ультразвуковых исследований: учебник /

У. Мэзон, 1966 – Москва 1966: издательство «Мир». – 591 с. – Текст: непосредственный.

5. Зарембо, Л.К. Введение в нелинейную акустику: звуковые и ультразвуковые волны большой интенсивности/ Л.К. Зарембо, В.А. Красильников 1966. – Москва: издательство «наука». – 521 с. – Текст: непосредственный.

УДК 637.344.8

ПРОДУКТ С ОПТИМИЗИРОВАННЫМ АМИНОКИСЛОТНЫМ СОСТАВОМ

Кокшарова Анастасия Николаевна, студент-магистрант
Столяров Геннадий Юрьевич, студент-магистрант
Баронов Владимир Игоревич, к.т.н., доцент
Фиалкова Евгения Александровна, науч. рук, д.т.н., профессор
Шевчук Владимир Борисович, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия

Аннотация: представлена одна из возможностей использования вторичного молочного сырья на пищевые цели. Проведена оптимизация аминокислотного состава комбинированного продукта из сыворотки и пахты. Получен продукт, в котором незаменимые белки пахты усваиваются на 59,29%, тогда как белки сыворотки – на 42%, а пахты – на 46%.

Ключевые слова: частично делактозированная деминерализованная молочная сыворотка, пахта, незаменимые аминокислоты

В последние годы человек стал все больше задумываться о том, что он потребляет в пищу и о своем здоровье. С помощью продуктов он старается восполнить недостающие элементы, в том числе и аминокислоты. Из-за дефицита необходимых аминокислот в организме человека нарушается синтез белков, что приводит к ослаблению функций памяти и умственных способностей, снижению иммунитета, поэтому очень важно потреблять продукты с оптимальным аминокислотным составом, для предотвращения дефицита.

Эффективность белкового обмена в организме во многом зависит не только от количества принимаемого с едой белка, но и от его аминокислотного состава. Различные белки обладают различной пищевой ценностью. Полагается, что, чем ближе аминокислотный состав принимаемого пищевого белка к аминокислотному составу белков тела, тем выше его биологическая ценность.

Целью работы является создание комбинированного продукта с оптимальным содержанием аминокислот, включающего белки сыворотки и пахты.

По своим биологическим свойствам пахта не уступает цельному молоку [4]. В цельном и обезжиренном молоке, а также в пахте содержатся практически одинаковое количество белков (азотистых веществ) – 3,2 %, лактозы – 4,7 % и минеральных веществ – 0,7 % [1].

Сывороточный белок считается «золотым стандартом» белка в рационе тех, кто ведет активный образ жизни, благодаря его хорошей усвояемости [2].

Известно, что в белках содержится приблизительно 20 аминокислот, но нехватка всего восьми из этих незаменимых аминокислот может привести к негативным последствиям. Это те аминокислоты, которые не могут синтезироваться в организме. Поэтому они и называются незаменимыми и должны содержаться в пище. К ним относятся: лизин, изолейцин, метионин, лейцин, фенилаланин, треонин, валин и триптофан.

В таблице 1 представлен аминокислотный состав идеального белка в соответствии с шаблоном ФАО/ВОЗ, а также аминокислотный пахты, сыворотки и комбинированного продукта. Аминокислотный скор в процентах для каждой i -ой незаменимой аминокислоты каждого из j продуктов определяется по формуле:

$$C_{i,j} = \frac{a_{i,j} \text{ НАК. ИССЛ.}}{a_i \text{ НАК. СТ.}}, \quad (1)$$

где $a_{i,j} \text{ НАК. ИССЛ.}$ – содержание i -й незаменимой аминокислоты в 1 г белка j -го исследуемого продукта;

$a_i \text{ НАК. СТ.}$ — содержание i незаменимой аминокислоты в 1 г идеального стандартного белка.

Биологическая ценность пищевого продукта отражает его способность удовлетворять потребности организма в незаменимых аминокислотах. Поскольку разные продукты имеют разное соотношение содержащихся в них аминокислот, можно создать комбинированный продукт и подобрать такое соотношение ингредиентов, чтобы полученный продукт имел более высокую биологическую ценность, чем любой из исходных.

В качестве критерия ценности продукта по незаменимым аминокислотам можно выбрать наименьший квадрат невязок между содержанием каждой незаменимой аминокислоты грамме идеального продукта и рассматриваемого продукта [3]. Во-первых, необходимо минимизировать среднеквадратичное отклонение состава смеси из n продуктов для каждой из восьми незаменимых аминокислот, то есть ее содержание в 1 г белка. Для этого нужно найти сумму квадратов невязок, или отклонений содержания каждой из аминокислот в смеси, состоящей из n продуктов, от аминокислотного состава идеального продукта:

$$E = \sum_{i=1}^8 \left[a_{i \text{ НАК. СТ.}} - \frac{\sum_{j=1}^n a_{i,j \text{ НАК. ИССЛ.}} \cdot x_j}{\sum_{j=1}^n x_j} \right]^2, \quad (2)$$

где x_j – компонент j -го продукта в смеси;

$a_{i \text{ НАК. СТ.}}$ – содержание i незаменимой аминокислоты в 1 г идеального стандартного белка.

$A_{i,j \text{ НАК. ИССЛ.}}$ – содержание i -й незаменимой аминокислоты в 1 г белка j -го исследуемого продукта;

Наименьшая квадратичная невязка достигается при условии $\frac{dE}{dx_j} = 0$.

В результате получим систему из n линейных уравнений с n неизвестными. Для двух смешиваемых продуктов $n=2$ уравнение (2) принимает вид:

$$E = \sum_{i=1}^8 \left[a_{i \text{ НАК. СТ.}} - \frac{a_{i,1 \text{ НАК. ИССЛ.}} \cdot x_1 + a_{i,2 \text{ НАК. ИССЛ.}} \cdot x_2}{x_1 + x_2} \right]^2, \quad (3)$$

Минимум квадрата невязок для этого упрощенного варианта оптимального смешения продуктов даст два линейных уравнения относительно двух неизвестных x_1 и x_2 :

$$\begin{cases} \frac{dE}{dx_1} = \frac{d \sum_{i=1}^8 \left[a_{i \text{ НАК. СТ.}} - \frac{a_{i,1 \text{ НАК. ИССЛ.}} \cdot x_1 + a_{i,2 \text{ НАК. ИССЛ.}} \cdot x_2}{x_1 + x_2} \right]^2}{dx_1} = 0 \\ \frac{dE}{dx_2} = \frac{d \sum_{i=1}^8 \left[a_{i \text{ НАК. СТ.}} - \frac{a_{i,1 \text{ НАК. ИССЛ.}} \cdot x_1 + a_{i,2 \text{ НАК. ИССЛ.}} \cdot x_2}{x_1 + x_2} \right]^2}{dx_2} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

В результате решения уравнения (4) мы получим оптимальное соотношение компонентов x_1 и x_2 .

$$\frac{x_1}{x_2} = \frac{\sum_{i=1}^8 (a_{i \text{ НАК. СТ.}} - a_{i,2 \text{ НАК. ИССЛ.}}) \cdot (a_{i,2 \text{ НАК. ИССЛ.}} - a_{i,1 \text{ НАК. ИССЛ.}})}{\sum_{i=1}^8 (a_{i \text{ НАК. СТ.}} - a_{i,1 \text{ НАК. ИССЛ.}}) \cdot (a_{i,1 \text{ НАК. ИССЛ.}} - a_{i,2 \text{ НАК. ИССЛ.}})}, \quad (5)$$

С точки зрения соотношения незаменимых аминокислот рассмотрим деминерализованную безлактозную сыворотку (лактоза – 46%, белок – 34%, зола – 14%) и пахту, представленные в таблице 1.

Поскольку воздействие аминокислот на организм взаимосвязано, некоторые заменимые аминокислоты могут снизить потребность организма в незаменимых аминокислотах. Например, цистин снижает потребность организма в метионине на 80%, а тирозин, в свою очередь, снижает потребность в фенилаланине на 70%. Поэтому цистин и тирозин включены в таблицу 1 незаменимых аминокислот наряду с метионином и фенилалани-

НОМ.

Таблица 1 показывает, что сывороточный белок богаче незаменимыми аминокислотами, чем белок пахты. На это указывает аминокислотный состав и аминокислотный скор.

Расчеты в таблице 1 для пахты и молочной сыворотки дают $x_{1\text{бел}}/x_{2\text{бел}} = 2,8$. В итоге можно сделать вывод, что оптимальное соотношение белка пахты к сывороточному белку равно двум целым и восьми десятым. Тогда в 100 граммах белка смеси будет содержаться:

$$\frac{100}{1+0,36} \cdot 1 = 73 \text{ г белков пахты,}$$

$$\frac{100}{1+0,36} \cdot 0,36 = 26 \text{ г белков сыворотки.}$$

Содержание аминокислот в смешанном продукте представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Аминокислотный состав и скор продуктов в граммах на 100 грамм белка

Состав белка продуктов	Лейцин	Изолейцин	Триптофан	Треонин	Лизин	Валин	Метионин + цистин	Фенилаланин+ тирозин	Σ
Идеальный белок ФАО/ВОЗ	7	4	1	4	5,5	5	3,5	6	36
Белок пахты	9,2	6,1	1,7	4,9	8,2	7,2	3,1	11,3	51,7
Аминокислотный скор пахты	1,31	1,52	1,7	1,22	1,49	1,44	0,88	1,88	11,44
Белок молочной сыворотки	13	6,5	2,5	5,6	10,3	5,5	5,6	6,3	55,3
Аминокислотный скор молочной сыворотки	1,86	1,63	2,50	1,40	1,87	1,10	1,60	1,05	13,01
Белок комбинированного продукта	10,2	6,2	1,9	5,1	8,7	6,7	3,7	9,9	52,64
Аминокислотный скор комбинированного продукта	1,46	1,5	1,9	1,2	1,5	1,3	1,1	1,6	11,9

Определить долю пахты и молочной сыворотки в комбинированном продукте можно с помощью соотношения x_1/x_2 . Например, чтобы получить аминокислотный скор для комбинированного продукта, состоящего из пахты и сыворотки, он должен содержать 2,8 грамма белков пахты и 1 грамм белка сыворотки. В качестве сывороточного компонента рассматривают делактозированную деминерализованную сыворотку, содержащую 34% белка, и пахту с содержанием белка 31%. Определим, каково будет соотношение продуктов при рассчитанном выше соотношении белковой

составляющей $x_1/x_2 = 2,8$

$x_{1prod}/x_{2prod} = (2,6 \cdot 100/31)/(1 \cdot 100/34) = 2,8$. Это означает, что на 2,8 части пахты приходится 1 часть делактозированной деминерализованной сухой творожной сыворотки. Определить состав смешанного продукта, приходящийся на 100 грамм. Количество пахты в 100 граммах продукта: $X_{1prod} = (100/3,8) \cdot 2,8 = 73,68$ грамм. Количество молочной сыворотки в 100 граммах продукта: $X_{2prod} = (100/3,8) \cdot 1 = 26,32$ грамм.

Определим, как влияет добавление в пахту делактозированной деминерализованной сыворотки на пищевую ценность разработанного смешанного продукта (табл. 2).

Таблица 2 – Пищевая ценность продукта из пахты и делактозированной деминерализованной молочной сыворотки

Продукт		Лейцин	Изолейцин	Триптофан	Треонин	Лизин	Валин	Метионин + цистин	Фенилаланин + тирозин
Суточная норма потребления белков		4,5	2,0	0,7	2,4	4,1	2,5	1,8	4,4
Пахта	В 100 г	9,2	6,1	1,7	4,9	8,2	7,2	3,1	11,3
	Процент от нормы	204	305	242	204	200	288	172	256
	В 73,68г	6,8	4,5	1,3	3,6	6,0	5,3	2,3	8,3
Молочная сыворотка	В 100 г	13	6,5	2,5	5,6	10,3	5,5	5,6	6,3
	Процент от нормы	288	325	357	233	251	220	311	143
	В 26,32г	3,4	1,7	0,7	1,5	2,7	1,4	1,5	1,6
73,68 г пахты + 26,32 г молочной сыворотки	В 100 г	10,2	6,2	1,9	5,1	8,7	6,7	3,7	9,9
	Процент от нормы	226,6	310	271,4	212,5	212,2	268	205	225

Если вернуться к таблице 1 и сравнить аминокислотный скор отдельных продуктов, а именно пахты, молочной сыворотки и комбинированного продукта, то отношение минимального показателя к максимальному в процентах равно

для пахты:

$$\frac{0,88}{1,88} \cdot 100\% = 46\%;$$

для делактозированной деминерализованной сыворотки:

$$\frac{1,05}{2,5} \cdot 100\% = 42\%;$$

для комбинированного продукта:

$$\frac{1,1}{1,9} \cdot 100\% = 58\%.$$

Это означает, что незаменимые белки пахты усваиваются на 46%, 42% сыворотки, комбинированного продукта - на 19%.

Это связано с тем, что усвояемость белков ограничивается минимальным скором аминокислот. Следует отметить, что сыворотка содержит витамины, витаминоподобные вещества, пахта и молочная сыворотка богаты столь необходимыми для организма микроэлементами. Кроме того, продукт будет содержать лактозу, обладающую целебными свойствами для организма. Кроме того, в продукте будет присутствовать лактоза, обладающая лечебными свойствами для организма. Таким образом, использование белков сыворотки и пахты для обогащения пищевых продуктов помогает повысить пищевую ценность каждого из продуктов: пахты – в 1,3 раза и самой сыворотки – в 1,4 раза.

Дальнейшие исследования предполагают разработку легкоусвояемых кисломолочных продуктов с оптимальным аминокислотным составом.

Список литературы

1. Оносовская, Н.Н. Кисломолочные напитки на основе пахты и молочной сыворотки / Н.Н. Оносовская, Н.В. Иванова, С.Н. Чернягина. – Текст: электронный // Переработка молока. – 2019. – №9. – С. 40-45.
2. ГОСТ Р 56833-2015 Сыворотка молочная деминерализованная. Технические условия / Профессиональные справочные системы «Техэксперт». – Текст; электронный. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200129055>
3. Дыкало, Н.Я. Решение основной задачи пищевой комбинаторики (методДФК) / Н.Я. Дыкало, В.Г. Куленко, Е.А. Фиалкова [и др.] – Текст; электронный // Научные и практические аспекты совершенствования качества продуктов детского и геродиетического питания. Материалы 3-й Международной научно-практической конференции. – Истра: –2012.– С.7-10.
4. Чернягина, С.Н. Пахта и ее использование в молочной промышленности / С.Н. Чернягина, Н.Н. Оносовская, Н.В. Иванова. – Текст; электронный // ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2021. – С.285-293.

ОБОСНОВАНИЕ ОТЛИЧИТЕЛЬНЫХ ПРИЗНАКОВ ЙОГУРТА С СИРОПОМ ТОПИНАМБУРА КАК ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА

*Кокшарова Анастасия Николаевна, студент-магистрант
Острецова Надежда Геннадьевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: разработана рецептура йогурта на основе пахты с добавлением концентрата сывороточных КСБ-УФ и сиропа топинамбура. Рассчитана степень удовлетворения суточной потребностей человека в основных макро- и микронутриентах. Содержание железа и фосфора в 100 г проектируемого продукта удовлетворяет физиологическую потребность человека более, чем на 15%, что позволяет отнести его к функциональным продуктам.

Ключевые слова: пахта, концентрат сывороточных белков, сироп топинамбура, йогурт, функциональный продукт

В настоящее время возрастает потребность в доступных функциональных продуктах в связи с ухудшением социально-экономических условий, нестабильной экологической обстановкой и несбалансированным питанием. Функциональные продукты снижают риск развития многих заболеваний и оказывают благоприятное воздействие на здоровье. На сегодняшний день рынок йогуртов является одним из самых перспективных в области здорового питания. Потребление йогурта способствует ряду позитивных эффектов, среди которых присутствуют как иммуномодулирующее, так и гипотензивное действие за счет молочных пептидов, образованных в процессе сквашивания [1, 2].

Термин «функциональный пищевой продукт» стандартизирован в ГОСТ Р 52349-2005: специальный пищевой продукт, предназначенный для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения. При этом продукт должен обладать научно обоснованными и подтвержденными свойствами, снижать риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращать дефицит или восполнять имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохранять и улучшать здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов [3].

Молочные продукты могут рассматриваться как идеальная основа для получения функциональных или обогащенных продуктов питания по ряду причин:

- являются каждодневными продуктами питания, что предполагает их системное потребление и делает возможным ожидаемый положитель-

ный эффект на здоровье [4];

- большинство молочных продуктов (прежде всего структурированные молочные продукты, в том числе кисломолочные) воспринимаются потребителем как полезный продукт [4], что способствует формированию спроса на функциональные продукты именно в молочном сегменте;

- представлены прежде всего в порционной упаковке (на один прием пищи, за раз), что облегчает расчеты суточной дозы употребления и обоснование правомочности называться функциональным продуктом;

- нативные компоненты молока и впоследствии молочных продуктов уже относятся к перечню функциональных ингредиентов, необходимо только увеличить их дозировку в порции продукта [5].

В качестве молочной основы для нового продукта выбрана пахта. Пахта по своим биологическим свойствам не уступает цельному молоку. В пахте, также как в цельном и обезжиренном молоке, содержится практически одинаковое количество белков (азотистых веществ) – 3,2%, лактозы – 4,7% и минеральных веществ – 0,7% [6].

Пахта представляет большую ценность и как источник лецитина, который нормализует уровень холестерина в плазме крови и является важным фактором регулирования холестеринового обмена. Особенно лецитин полезен для детей и беременных женщин, которым необходимо нормальное развитие организма. Потребление пахты ничем не лимитируется и может осуществляться практически без ограничения ежедневно во всех возрастных группах населения, в том числе в группах людей пожилого возраста. Таким образом, пахту можно отнести к продуктам высокой биологической ценности [7].

Для повышения массовой доли сухих веществ в молочной основе предусмотрено использование КСБ – УФ-80. Потребление напитков, содержащих сывороточные белки, позволяет легко и достаточно быстро, за счет их высокой усвояемости, компенсировать дефицит эссенциальных аминокислот, утолить чувство голода и контролировать массу тела. КСБ имеет высокую питательную, пищевую и биологическую ценность, легко усваивается организмом, обладает лечебно-профилактическими свойствами (способствует снижению артериального давления, повышению устойчивости иммунной системы, защищает организм от раковых образований, снижает уровень холестерина в крови, позволяет оптимизировать выделение инсулина, регулируя уровень глюкозы в крови и тем самым предотвращает возникновение диабета второго типа) [1].

В качестве вкусового наполнителя предусмотрено использование сиропа топинамбура. Особый интерес ученых топинамбур заслужил благодаря своему богатому химическому составу. Он отличается от других клубнеплодов не только способностью накапливать инулин, но и сравнительно высоким содержанием белка, состоящим из 16 аминокислот, в том числе 8 незаменимых. Белки топинамбура содержат повышенное количе-

ство глутаминовой и аспарагиновой кислот, которые тесно связаны с углеводным обменом через цикл трикарбоновых кислот, поставляющий макроэргические связи [8]. Топинамбур богат инулином, особенно ценен для больных сахарным диабетом: снижает потребность в инсулиновых препаратах, стабилизирует уровень сахара в крови.

При производстве йогурта предусматривается использование DVS закваски, в ее состав которой входят *Streptococcus thermophilus* и *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* в соотношении 4:1.

Рецептура нового продукта разработана на основе продуктов – аналогов и анализа литературных данных и представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Рецептúra нового продукта

Компоненты рецептуры	Масса, кг на 100 кг продукта
Пахта (м.д.ж.= 0,4%, м.д.белка = 3,0%, м.д. лактозы=4,6%)	82,0
Концентрат сывороточных белков КСБ-УФ-80 (м.д. белка = 76%, м.д.жира = 6%, м.д углеводов =8%)	3,0
Сироп топинамбура (м.д.с.в = 75%, м.д. углеводов = 69,5%)	15,0

Стоит отметить, что молочные продукты, в том числе пахта, вносят существенный вклад в потребление микронутриентов (витаминов А, D, В2, В12, минеральных вещества (кальция, фосфора), каротиноидов).

В таблице 2 представлены результаты расчета содержания основных макро-и микронутриентов нутриентов в проектируемом йогурте.

Таблица 2 – Содержание макро и микронутриентов в 100 г проектируемого продукта

Показатели	Содержание в 100 г			Поступление, мг, в 100 г продукта из			Содержание, г, в 100 г проектируемого продукта
	пах-ты	КСБ-УФ-80	сиропа топинамбура	пах-ты	КСБ	сиропа топинамбура	
Белки, г	3,0	80	-	2,46	2,4	-	4,86
Жиры, г	0,4	6	-	0,32	0,18	-	0,5
Углеводы	4,5	8	69,5	3,69	0,24	10,42	14,35
Витамины:							
Витамин В1 (тиамин), мг	0,04	0,6	0,2	0,03	0,018	0,03	$0,078 \cdot 10^{-3}$
Витамин В2 (рибофлавин), мг	0,2	2,5	0,1	0,164	0,075	0,015	$0,254 \cdot 10^{-3}$
Витамин В6 (пиридоксин), мг	0,05	0,6	0,1	0,041	0,018	0,015	$0,074 \cdot 10^{-3}$
Витамин С, мг	1,5	24	4,0	1,23	0,72	0,6	$2,55 \cdot 10^{-3}$

Витамин РР (ниациновый эквивалент), мг	0,598	1,1	1,6	0,49	0,033	0,24	$0,76 \cdot 10^{-3}$
Витамин В12 (кобаламины), мг	0,4 * 10^{-3}	2,5		0,33 * 10^{-3}	0,075		$0,405 \cdot 10^{-6}$
Витамин А, мг	0,05		0,012	0,04		0,0018	$0,0418 \cdot 10^{-3}$
Витамин В5 (пантотеновая), мг	0,4	5,5	0,4	0,33	0,165	0,06	$0,555 \cdot 10^{-3}$
Минеральные вещества							
Натрий, мг	50	253	17,2	41	7,59	2,58	$51,17 \cdot 10^{-3}$
Калий, К, мг	146	524	138,25	119,7	15,72	20,74	$156,16 \cdot 10^{-3}$
Фосфор, Р, мг	90	1321	78	73,8	39,63	11,7	$125,13 \cdot 10^{-3}$
Магний, Mg, мг	14	56	31,7	11,48	1,68	4,755	$17,92 \cdot 10^{-3}$
Кальций, Са, мг	120	400	78,8	98,4	12	$11,82 \cdot 10^{-3}$	$122,22 \cdot 10^{-3}$
Железо, мг	0,07	9,8	10,1	0,06	0,294	$1,515 \cdot 10^{-3}$	$1,869 \cdot 10^{-3}$

Как свидетельствуют данные таблицы 2, в проектируемом продукте содержится большинство необходимых для человека микро- и макроэлементов.

Особое значение имеет большое количество кальция. Кальций участвует практически во всех физиологических процессах организма человека: передаче нервных импульсов, мышечном сокращении, свертывании крови, секреторной активности, реализации иммунного ответа и др. [9]. Важное значение имеют также витамины. Например, витамин А отвечает за нормальное развитие, репродуктивную функцию, здоровье кожи и глаз, поддержание иммунитета. Витамин В1 входит в состав важнейших ферментов углеводного и энергетического обмена, обеспечивающих организм энергией и пластическими веществами, а также метаболизма разветвленных аминокислот. Недостаток этого витамина ведет к серьезным нарушениям со стороны нервной, пищеварительной и сердечно-сосудистой систем. Витамин В2 участвует в окислительно-восстановительных реакциях, способствует повышению восприимчивости цвета зрительным анализатором и темновой адаптации. Недостаточное потребление витамина В2 сопровождается нарушением состояния кожных покровов, слизистых оболочек, нарушением светового и сумеречного зрения.

Содержание макроэлементов и микроэлементов в продукте должны удовлетворять физиологические потребности человека, ниже в таблице 3 приведены данные о нормах физиологических потребностей и степень их удовлетворения при употреблении 100 г продукта.

Таблица 3 – Средняя норма физиологических потребностей в макро и микронутриентах для взрослого населения

Показатели	Средние нормы физиологических потребностей [10]	Степень удовлетворения физиологических потребностей, %
Белки,г	60-114	6,48-5,4
Жиры,г	57 - 127	0,69-0,5
Углеводы,г	238- 551	4,77-3,3
Витамины:		
Витамин В1 (тиамин), мг	1,5	5,2
Витамин В2 (рибофлавин), мг	1,8	14,1
Витамин В6 (пиридоксин), мг	2,0	3,7
Витамин С, мг	100	2,55
Витамин РР (ниациновый эквивалент), мг	20	3,8
Витамин В12 (кобаламины), мкг	3,0	13,5
Витамин D, мкг	15	1,06
Витамин А, мг	5,0	0,84
Витами В4 (Холин), мг	500	6,114
Витамин А (РЭ), мкг	800	5,16
Витамин В5 (пантотеновая), мг	5,0	11,1
Витамин Н (биотин), мкг	50	5,34
Минеральные вещества		
Натрий, мг	1 300	3,93
Калий, К, мг	3 500	4,46
Фосфор, Р, мг	700	17,87
Магний, Mg , мг	420	4,2
Кальций, Са, мг	1 000	12,22
Железо, мг	10-18	10,38-18,69

Из данных таблицы 3 можно сделать вывод, что проектируемый продукт содержит достаточное количество витаминов и минеральных веществ, которые благоприятно влияют на организм человека. Содержание железа и фосфора удовлетворяет физиологическую потребность более, чем на 15%. Основываясь на этом, можно утверждать, что проектируемый продукт является функциональным. Также близкий процент удовлетворения физиологической потребности имеют витамин В2 – 14,1% , витамин В12 – 13,5% , витамин В5 – 11,1% и кальций – 12,22%.

Список литературы

1. Гордиенко, Д.А. Перспективы использования концентратов сывороточных белков в технологиях пищевых продуктов / Д.А. Гордиенко, И.А. Евдокимов, М.С. Золотарева, А.Г. Скороходов. – Текст: непосредственный // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университе-

та. – 2008. – №2. – С. 98-97.

2. Печуркина, Д. Перспективы функциональных продуктов / Д. Печуркина. – Текст: непосредственный // ПищеПромЭксперт. – 2020. – I кв. 46. – С. 16-17.

3. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 31 мая 2005 г. N 138-ст: Дата введения 2006-07-01. – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200039951#7D20K3>

4. Дунченко, Н.И. Комплексная оценка качества йогуртных продуктов / Н.И. Дунченко, В.С. Янковская, С.Н. Кущёв. – Текст : непосредственный // Известия вузов. Пищевая технология. – 2009. – № 2-3. – С. 99-100.

5. Янковская, В.С. Методологический подход к подбору функциональных ингредиентов при проектировании молочной продукции / В.С. Янковская, Л.Н. Маницкая. – Текст : непосредственный // Молочная промышленность. – 2022. – №2. – С. 39-41.

6. Оносовская, Н.Н. Кисломолочные напитки на основе пахты и молочной сыворотки / Н.Н. Оносовская, Н.В. Иванова, С.Н. Чернягина. – Текст: непосредственный // Переработка молока. – 2019. – №9. – С. 40-45.

7. Чернягина, С.Н. Пахта и ее использование в молочной промышленности / С.Н. Чернягина, Н.Н. Оносовская, Н.В. Иванова. – Текст: непосредственный // ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2021. – С.285-293.

8. Назаренко, М.Н. Совершенствование технологий получения инулина и фруктозо-глюкозного сиропа из топинамбура и их применения в производстве функциональных молочных продуктов : дис. кан. техн. наук. – Краснодар: 2014. – С.171. – Текст: непосредственный.

9. Ахполова, В.О. Обмен кальция и его гормональная регуляция / В.О. Ахполова, В.Б. Брин. – Текст: непосредственный // Журнал фундаментальной медицины и биологии. – 2017. – №. 2. – С. 38–45.

10. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: Методические рекомендации. – Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. – Текст: электронный. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979.

**РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРЫ НАПИТКА С ПОНИЖЕННЫМ
СОДЕРЖАНИЕМ ЛАКТОЗЫ НА ОСНОВЕ УФ-ПЕРМЕАТА
ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА**

*Кувылев Антон Альбертович, студент-бакалавр
Волочков Семен Олегович, студент-бакалавр
Шохалов Владимир Алексеевич, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в работе проведены результаты экспериментальных исследований, органолептических показателей качества сокодержащих напитков на основе УФ-пермеата обезжиренного молока. Обоснована оптимальная доза концентрата сока апельсина в составе рецептуры напитка на основе УФ-пермеата обезжиренного молока. Установлено, что наилучшими органолептическими показателями обладал образец напитка с пониженным содержанием лактозы.*

***Ключевые слова:** ультрафльтрация, УФ-пермеат, напитки, двухфакторный эксперимент, органолептическая оценка*

Развитие и внедрение мембранных методов обработки молока привело к появлению в отрасли новых видов сырья. Так, в процессе ультрафльтрации обезжиренного молока получают белковый концентрат (УФ-ретентат) и фильтрат (УФ-пермеат). Если УФ-ретентат в жидком и сухом видах используется для получения широкого ассортимента продуктов (сыр, творог, кисломолочные напитки, сухой белковый концентрат и др.), то побочный продукт – УФ-пермеат недостаточно применяется для пищевых целей [1-4].

Молокоперерабатывающие предприятия Вологодской области в ходе технологических процессов ежегодно получают порядка 8 тыс. тонн УФ-пермеата, большая часть которого используется для производства продукта в сухом виде. Сухой УФ-пермеат вводят в состав кондитерских и хлебопекарных изделий, используется в бакалейном производстве, а также при выработке ЗЦМ и кормов для сельскохозяйственных животных. Однако, такие процессы, как сгущение и сушка требуют наличия энергозатратного оборудования, которое имеют в своём парке только единичные предприятия [5].

Одним из перспективных направлений переработки УФ-пермеата, на наш взгляд, является производство на его основе освежающих сокодержащих напитков. За рубежом такие напитки производятся с добавлением фруктовых, овощных соков и других натуральных ингредиентов. В Швейцарии (в стране с развитой сырной промышленностью) пользуется популярностью сывороточный напиток «Rivella», основным ингредиентом ко-

торого является подсырная сыворотка. В Германии также популярны напитки на основе осветленной подсырной сыворотки с добавлением концентрированных соков. В Австрии производят напиток из сыворотки, простокваши и фруктового наполнителя, процентное соотношение которого 50:40:10. В нашей стране, особенно в летнее время, появляется большой спрос на напитки из творожной сыворотки под торговой маркой «Бод-рость». Однако, у этого напитка, имеется специфичный сывороточный вкус, который сдерживает его продвижение на рынке. Это обусловлено тем, что в творожной сыворотке содержатся сывороточные белки, которые ухудшают внешний вид и экстрагирующие свойства продукта [6-8].

Основным нутриентом УФ-пермеата, так же, как и молочной сыворотки, является лактоза, массовая доля которой в сухом веществе составляет порядка 85 % [1]. Поэтому для комфортного потребления сывороточных напитков всеми категориями населения целесообразно в них понижать массовую долю лактозу [9].

Целью данной работы является обоснование состава и рецептуры напитка с пониженным содержанием лактозы на основе УФ-пермеата обезжиренного молока.

В качестве исходного сырья для экспериментальной выработки послужил УФ-пермеат, полученный в процессе ультрафильтрации обезжиренного молока на пилотной установке компании «Протемол», производительностью по УФ-пермеату 100 л/ч, оснащенной полимерными мембранами площадью 5м² (рисунок 1). Процесс фильтрации проводился при температуре 37±2 С° и давлении до 6 бар. В качестве сокодержащей основы был выбран концентрат апельсинового сока.

Объектом исследований были экспериментальные образцы сокодержащих напитков, полученные из пермеата ультрафильтрации обезжиренного молока.



Рисунок 1 – Пилотная ультрафильтрационная установка

Для реализации поставленной цели был спланирован двухфакторный эксперимент, в котором в качестве факторов были выбраны массовая доля концентрата сока - (X_1) и массовая доля фермента β -галактозидазы - (X_2), а в качестве отклика – органолептические показатели качества (Y). На основе анализа литературы и предварительных исследований были выбраны значения верхнего и нижнего уровней факторов в натуральном и кодированном выражении и составлен план полного факторного эксперимента (ПФЭ) (таблица 1) [10].

Таблица 1 – План ПФЭ в кодированном и натуральном выражении факторов

№ опыта	x_1	x_2	Массовая доля фермента, %	Массовая доля концентрата, %
1	--	-	0	15
2	+	-	0	19
3	-	+	0,6	15
4	+	+	0,6	19

По полученным данным была разработана рецептура сокодержавшего напитка (таблица 2).

Таблица 2 – Рецептура сокодержавших напитков в кг на 1000 кг готового продукта без учета потерь

Показатели	Опыт 1	Опыт 2	Опыт 3	Опыт 4
УФ-пермеат обезжиренного молока	870	840	869,4	839,4
Концентрат апельсинового сока	130	160	130	160
β -галактозидаза, кг	-		0,6	0,6

Затем были выработаны образцы и оценены их органолептические показатели качества (рисунок 2).

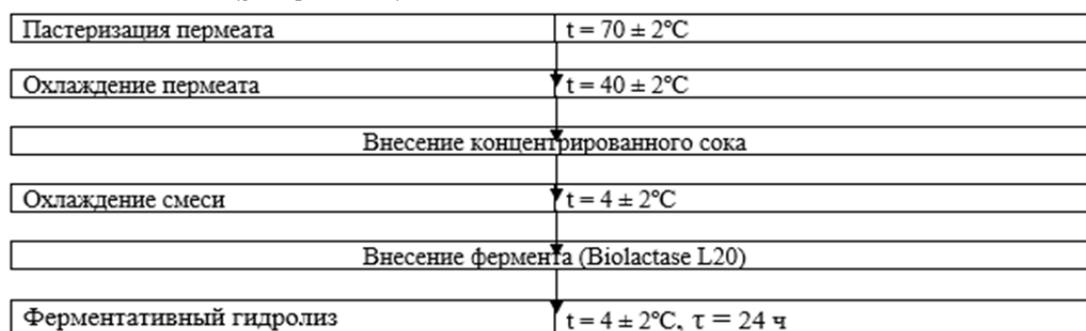


Рисунок 2 – Схема выработки экспериментальных образцов сокодержавших напитков

Оценку органолептических показателей образцов продуктов проводили дескриптивно-профильным методом дегустационного анализа. В качестве дескрипторов были приняты показатели по ГОСТ 31450-2013 [10]. Каждый дескриптор оценивали по 5-бальной интервальной шкале (табл. 3).

Таблица 3 – Оценка органолептических показателей образцов сокосодержащих напитков

№ образца	Внешний вид	Консистенция	Вкус и запах	Цвет	Сумма баллов
1	5	5	2	5	17
2	5	5	4	5	19
3	5	5	3	5	18
4	5	5	5	5	20

Результаты органолептической оценки показывают, что по внешнему виду и цвету все образцы соответствуют вносимым ингредиентам. Консистенция жидкая, однородная без видимого осадка. Образец 1 имел кислый вкус. В образце 2 отмечена излишняя сладость для данного вида напитков. Наиболее сбалансированным легким вкусом по оценке экспертов обладал образец 4, в котором содержание сокового концентрата было минимальным и проведён ферментативный гидролиз лактозы.

Выводы.

1. Подтверждено, что УФ-концентрат обезжиренного молока может быть использован в технологии сокосодержащих напитков.

2. Обоснована оптимальная доза концентрата сока апельсина в составе рецептуры напитка на основе УФ-пермеата обезжиренного молока.

3. Установлено, что наилучшими органолептическими показателями обладал образец напитка с пониженным содержанием лактозы.

Список литературы

1. Хоха, Д.С. Разработка низкотемпературной технологии сухого пермеата молочной сыворотки: дис. канд. техн. наук: 05.18.04 Северо-Кавказский Федеральный университет, Ставрополь, 2020 – 162 с. – Текст: непосредственный.
2. Технология продуктов из вторичного молочного сырья: учебное пособие / А. Г. Храмцов, С. В. Василисин, С. А. Рябцева, Т. С. Воротникова. – Санкт-Петербург: ГИОРД, 2011. – 424 с. – Текст: непосредственный.
3. Способ определения количества раствора щелочи для нейтрализации НФ-концентратов творожной сыворотки: пат. №2597964 Рос. Федерация: МПК G01N33/04 / В.А. Шохалов, А.А. Кузин, Н.Я. Дыкало, В.Н. Шохалова, Г.С. Анисимов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА. – №2015117143/10; заявл. 05.0.2015; опубл.20.09.2016, Бюл. №26. – 6 с. – Текст: непосредственный.
4. Шевчук, В.Б. Ресурсосберегающие технологии / В.Б. Шевчук, Н.А. Медведева, В.А. Шохалов. – Текст: непосредственный // Молочная промышленность. – 2015. – № 6. – С. 40-41.
5. Шохалов, В.А. Пути сокращения эмиссий в окружающую среду при производстве сухих продуктов / В.А. Шохалов, А.А. Кузин. – Текст: непосредственный // Молочная промышленность. – 2021. – № 11 – С. 28-30.

6. Евдокимов, И.А. Современное состояние и перспективы переработки молочной сыворотки / И.А. Евдокимов. – Текст: непосредственный // Молочная промышленность. – 2006. – № 2. – С.34.
7. Жидков, В.Е. Тонизирующие напитки из сыворотки / В.Е. Жидков [и др.]. – Текст: непосредственный // Молочная промышленность. – 2006. – № 6. – С. 85-86.
8. Круглик, В.И. Изменение минерального состава молочного сырья в процессе ультра- и диафильтрации/ В.И. Круглик [и др.]. – Текст: непосредственный // Докл. ВНТК. – Вологда, 2009. – С. 172-173.
9. Шохалов, В.А. Разработка технологии низко- и безлактозных продуктов / В.А. Шохалов [и др.]. – Текст: непосредственный // Молочная промышленность. – 2023. – № 3 – С. 26-27.
10. Халафян, А.А. Промышленная статистика: Контроль качества, анализ процессов, планирование экспериментов в пакете STATISTICA / А.А. Халафян. – Москва: Книжный дом ЛИБРОКОМ, 2013. –384с. – Текст: непосредственный.

УДК 637.146.32

ПУТИ ВОСПОЛНЕНИЯ В РАЦИОНЕ ПИТАНИЯ ДЕФИЦИТА БЕЛКА И ЙОДА

*Московкина Дина Александровна, студент-магистрант
Забегалова Галина Николаевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** обоснована целесообразность проектирования нового вида кисломолочного продукта – простокваши обогащенной белком и йодказеином. Предложена технология и пример рецептуры производства продукта.*

***Ключевые слова:** функциональный продукт, простокваша, концентрации сывороточных белков, йододефицит, йодказеин*

Концепция государственной политики в области здорового питания населения Российской Федерации в настоящее время направлена на создание условий, обеспечивающих удовлетворение в соответствии с требованиями медицинской науки потребностей различных групп населения в здоровом питании, так как этот вопрос является одним из самых важных факторов, определяющих здоровье нации. Целью является сохранение и укрепление здоровья граждан РФ, профилактика заболеваний, обусловленных неполным и несбалансированным питанием. Одной из основных задач является развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, продуктов функционального назначения [1].

Использование молока и молочных продуктов в качестве основы для создания продуктов функционального питания очевидно, так как они относятся к наиболее распространенным продуктам в стране и потребляются всеми группами населения.

В настоящее время в пищевом рационе населения остро ощущается недостаток полноценных белков и дефицит йода. Поэтому актуальным является обогащение продуктов питания сывороточными белками, которые по своему аминокислотному составу относятся к наиболее полноценным среди всех изученных пищевых белков, и йодсодержащими добавками. Их усваиваемость составляет 98%, при этом они имеют наивысшую скорость расщепления в пищеварительном тракте, обладают иммуномодулирующими свойствами, имеют антагонистическую и противораковую активность, отвечают за перенос железа в организме и транспорт жирорастворимых витаминов [2].

В России изготавливают биологически полноценные белковые концентраты, которые обладают способностью к эффективному связыванию влаги и укреплению кисломолочного сгустка. Одним из них является концентрат сывороточных белков, изготовленный методом ультрафильтрации (КСБ-УФ). Он содержит более 80% биологически ценных сывороточных белков, хорошо растворяется в воде, имеет высокие эмульгирующие свойства [3].

Йоду отводится необычайно важная роль в жизнедеятельности организма человека. Он отвечает за развитие и рост организма, участвует в основном обмене веществ – белков, жиров и углеводов. Особенно йод необходим для правильной работы щитовидной железы, которая вырабатывает тироидные гормоны. Особенную опасность представляет появление узлов щитовидной железы – до 30% узлов превращаются в раковые. Вырабатываемый этой железой гормон тироксин содержит до 65,3 % йода. Тироксин ускоряет обмен веществ в организме, размножение клеток и повышает сопротивляемость организма к инфекциям. В достаточном количестве получить этот микроэлемент организм человека может только извне. В пищевых продуктах содержание йода варьируется. В овощах и фруктах его количество зависит от состава почвы и удобрений, а также от вида обработки, которой их подвергали. С растительной пищей в организм поступает основное количество йода – около 60%, с рыбой и мясом – 30%, с водой и воздухом по 5%. Суточная потребность человека в данном микроэлементе зависит от возраста, массы тела и физиологического состояния. Физиологические потребности в йоде согласно Методическим рекомендациям МР 2.3.1.2432-08 о нормах физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации:

- верхний допустимый уровень 600 мкг/сутки.
- физиологическая потребность для взрослых – 150 мкг/сутки.
- физиологическая потребность для детей – от 60 до 150 мкг/сутки.

– физиологическая потребность для беременных и кормящих женщин – от 220 до 290 мкг/сутки [4].

По данным Всемирной Организации Здравоохранения, йододефицитные заболевания являются самой распространенной неинфекционной патологией в мире. В России около трети населения имеет признаки недостатка йода, но даже не знают об этом, поскольку на начальных этапах йододефицита изменений в самочувствии не наблюдается. Установлено, что при йодной недостаточности возникают следующие состояния и патологии во время детского и подросткового периодов: эндемический зоб (узловой, диффузный), субклинический или явный гипотиреоз, нарушения физического и умственного развития. А для взрослых характерно: зоб (диффузный, узловой) и его осложнения, гипотиреоз, умственные нарушения; нарушение менструального цикла и бесплодие у женщин, риск развития фиброзно-кистозной мастопатии, рака молочных желез и матки; снижение потенции и бесплодие у мужчин, йодиндуцированный тиреотоксикоз, риск кретинизма у будущего ребенка [5].

На данный момент целевые показатели в ликвидации йододефицитных заболеваний не достигнуты, несмотря на значительный прогресс в данном направлении. По результатам последних исследований медицины список болезней, вызванных йододефицитом, все расширяется.

Такие заболевания полностью предотвратимы только при активном проведении популяционных профилактических мероприятий. Для того чтобы ликвидировать проблему, связанную с недостатком столь необходимого организму микроэлемента, следует обогатить рацион питания продуктами, в состав которых входит йод. В этой связи целесообразно производство обогащенных молочных продуктов йодсодержащими добавками [6].

Йодказеин – йодированный молочный белок, который является полноценным аналогом природного соединения, изготовлен на основе натурального, легко усваиваемого белка молока – казеина, что обуславливает его физиологичность и естественность усвоения организмом человека. В ходе всесторонних исследований установлена функциональная пригодность йодказеина, подтверждена высокая степень эффективности и безопасности его применения. Он растворяется в теплой воде, термостабилен и гарантирует заданное содержание йода на протяжении всего срока хранения.[7].

Среди пищевых продуктов кисломолочные продукты занимают одно из важнейших мест, благодаря их высокой пищевой ценности, а также диетических, лечебных и вкусовых свойств, и одним из них является простокваша. Простоквашей по действующему стандарту [8] является кисломолочный продукт, произведенный с использованием заквасочных микроорганизмов – лактококков и/или термофильных молочнокислых стрептококков, предназначенный для непосредственного использования в пищу.

Стандарт не распространяется на продукт, обогащенный молочным белком, витаминами, микро- и макроэлементами, пищевыми волокнами, полиненасыщенными жирными кислотами, фосфолипидами, пробиотиками и пребиотиками. Данный продукт имеет богатый химический состав. В нее входит целый перечень заменимых и незаменимых аминокислот, а также жирные кислоты: валин, цистеин, лизин, аргинин, треонин, триптофан, метионин и другие. Также в ее составе присутствует много органических кислот, микро- и макроэлементов, таких как фосфор, железо, натрий, магний, калий, кальций и другие. Также есть в большом количестве в этом продукте селен, который отвечает за рост тканей и является одним из мощных антиоксидантов. Можно сказать, что люди, которые едят много простокваши, медленней стареют, лучше выглядят и замечательно себя чувствуют. Еще она богата на витамины, сахар, крахмал и пищевые волокна. Она полезна при любых недугах желудочно-кишечного тракта. Употребление простокваши поможет восстановить и улучшить обменные процессы. В регулярный рацион питания рекомендуется включать этот продукт после перенесенного инфаркта, при гипертонии, сахарном диабете, ишемической болезни и пороке сердца. Это связано с содержанием в ней полиненасыщенных жирных кислот, которые способны тормозить развитие сердечнососудистых заболеваний и предупреждать различные осложнения.

Ассортимент простокваши на сегодняшний день представлен следующими видами: обыкновенная, мечниковская, южная, варенец, ряженка, сливочная, цитрусовая.

Исходя из вышесказанного, разработка технологии производства простокваши, обогащенной белком и йодказеином будет актуальна. Предлагаемый кисломолочный продукт, обогащенный белком и йодом будет вырабатываться из пастеризованного нормализованного по белку обезжиренного или нормализованного молока путем сквашивания чистыми культурами молочнокислых бактерий. Для выработки простокваши обогащенной предлагается использовать обезжиренное или нормализованное молоко, закваску (*Lactobacillusgallinarum*, *Streptococcustermophilus*), КСБ-УФ-80, йодказеин. В зависимости от функционального назначения и рецептуры продукт может изготавливаться с различными физико-химическими показателями, представленными в таблице 1.

Технологический процесс выработки обогащенной простокваши планируется осуществлять в следующей последовательности: приемка и подготовка сырья, нормализация молока, внесение восстановленного КСБ-УФ и йодказеина, подогрев до температуры гомогенизации, гомогенизация, пастеризация, охлаждение до температуры заквашивания, заквашивание, сквашивание, охлаждение, перемешивание, расфасовывание в потребительскую тару, маркировка, хранение.

Таблица 1 – Физико-химические показатели продукта

Наименование показателя	Характеристика	
Массовая доля жира, % не менее	Менее 0,05 (обезжиренный)	0,5; 1,0; 1,2; 1,5; 2,0; 2,5; 2,7; 3,0; 3,2; 3,5; 4,0; 4,5; 4,7; 5,0; 5,5; 6,0
Массовая доля белка, % не менее	4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; 7,0; 7,5; 8,0	
Массовая доля йода, %	От 0,000038 до 0,00125	

В качестве примера можно привести «Обогащённую простоквашу» для детей от 13-14 лет и взрослых людей.

Физиологическая потребность для взрослых в микроэлементе йод составляет – 150 мкг/сут, для детей 11–14 лет – 130 мкг/сут для мальчиков и 150 мкг/сут для девочек.

В нормализованную молочную смесь вносят йодказеин (с содержанием йода 10%) - 0,00075 масс. % и КСБ-80 в количестве 2.5 масс. %, при перемешивании, смесь пастеризуют, охлаждают до $42 \pm 1^\circ\text{C}$, вносят закваску. Процесс сквашивания ведут при температуре 42°C в течение 2 часов, далее при температуре 37°C до образования сгустка кислотностью $80 \pm 5^\circ\text{T}$, затем 25°C до образования сгустка кислотностью $85 \pm 5^\circ\text{T}$. Состав продукта приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав продукта по примеру

Показатель	Значение в 100 г продукта
Белки	4,8 г
Жиры	2.5 г
Углеводы	4.7 г
Йод	75 мкг

Данный состав позволяет улучшить функциональные свойства продукции, получить напиток с устойчивым сбалансированным составом пробиотических микроорганизмов, с высоким содержанием белка, функциональной дозой йода, без применения консервантов и регуляторов кислотности, а также расширить ассортимент.

Список литературы

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. № 1364-рп. Москва «Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» – Текст: электронный. – URL: https://www.rospotrebnadzor.ru/about/info/news/news_details.php?ELEMENT_ID=6731
2. Гордиенко, Л.А. Использование белков молочной сыворотки в производстве кисломолочных напитков / Л.А. Гордиенко, И. А. Евдокимов, С. В. Горлачева. – Текст : непосредственный // Молочная промышленность. –

2015. – № 3. – С. 72-73.

3. Варивода, А.А. Определение критических контрольных точек молочного сырья и продукции с помощью системы ХАССП / А.А. Варивода, Г.П. Овчарова. – Текст: непосредственный// Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2010. – № 27. – С. 177-181

4. "МР 2.3.1.2432-08. 2.3.1. Рациональное питание. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации" (утв. Роспотребнадзором 18.12.2008) – Текст: непосредственный.

5. Ефимова, Е.С. Проблема йододефицита и его последствия / Е.С. Ефимова, А.С. Тюрикова, П.Е. Филиппова. – Текст: непосредственный// Молодежь, наука, медицина: тезисы докладов 67-й Всероссийской межвузовской студенческой научной конференции с международным участием, Тверь, 22-23 апреля 2021 года. – Тверь: Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Тверская государственная медицинская академия Министерства здравоохранения Российской Федерации, 2021. – С. 91-92.

6. Проскурина-Ткачева, А.С. Состояние и перспективы совершенствования технологии кисломолочных продуктов для функционального питания / А.С. Проскурина-Ткачева. – Текст: непосредственный // GrandAltaiResearch&Education. – 2016. – No 2.

7. Современное производство сельскохозяйственного сырья и продуктов питания: состояние, проблемы и перспективы развития: сборник научных трудов. – Кинель: ИБЦ Самарского ГАУ. – 2022. – С. 299 с. – Текст: непосредственный

8. ГОСТ 31456-2013 Простокваша. Технические условия. – Текст: непосредственный.

УДК 338.12

БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ФЕРМЕНТИРОВАННОГО ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТВОРОЖНОГО ПРОДУКТА

*Муранова София Александровна, студент-бакалавр
Полянская Ирина Сергеевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** творожный продукт – ферментированный кисломолочный продукт, который с одной стороны, является традиционным и пользующимся спросом у большой части населения, с другой стороны, за счёт возможности использования в рецептуре немолочных добавок, имеет возможность к существенной коррекции состава за счёт введения функциональных биологически активных веществ. Цель работы: разра-*

ботка творожного продукта категории функциональный пищевой продукт на основе анализа литературы, в т.ч. патентного поиска, предложение рецептуры улучшенного варианта продукта, выработка продукта в лабораторных условиях и предложений стратегические перспективы данного направления.

Ключевые слова: *биотехнология пищевых производств, творожный продукт, функциональный пищевой продукт*

Стратегией повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года также поддерживается необходимость создания пищевой продукции нового поколения с заданными характеристиками качества, в том числе специализированных, функциональных и обогащённых. Биотехнологии высококачественных, конкурентоспособных биологически полноценных и сбалансированных продуктов питания для здоровья и сохранения народа России, обеспечения продовольственной безопасности РФ являются важнейшей государственной стратегией [1].

Цель работы: на основе литературного, в том числе патентного анализа предложить биотехнологию, рецептуру функционального творожного продукта, произвести его в лабораторных условиях и выработать стратегические перспективы данного направления.

В соответствии с ГОСТ Р 57079-2016 «Национальный стандарт Российской Федерации. Биотехнологии. Классификация биотехнологической продукции» в качестве биотехнологической продукции могут выступать: полупродукты, являющиеся сырьем для различных видов промышленности, в частности пищевой (например, стартовые культуры и закваски) и др.

Творожный продукт может являться как полупродуктом, так и готовым к употреблению, что по новому определению может считаться или биотехнологической продукцией, или продуктом, произведенными с использованием биотехнологии. При этом биотехнология производства творожных продуктов нового поколения предусматривает использование таких стартовых культур, которые обладают уникальными свойствами пробиотиков с многоуровневым действием, метабиотическими или постбиотическими свойствами [2].

Такой творожный продукт может в дальнейшем быть использован для производства творожных запеканок, вареников и др. блюд для детского и диетического питания или быть готовым для непосредственного употребления в пищу.

Отличие метабиотических и постбиотических стартовых культур от пробиотических заключается [3, 4] в их способности подавлять рост потенциально опасной микробиоты после гибели клеток культур, или выделенных метаболитов без живых клеток.

К таким соединениям относятся не только метаболиты (молочная, уксусная, пропионовая, масляная и валериановая кислоты, экзополисахара-

риды, бактериоцины, витамины), но также клетки и клеточные структуры стартерных культур (например, пептидогликан, тейхоевая кислота и другие вещества, которые регулируют всасывание микроэлементов и жидкости в толстой кишке, оказывают пролиферативное воздействие на колонocyты, могут улучшать иммунитет слизистой оболочки, оказывать противовоспалительные и противохолевые эффекты [5].

Как показали предварительные исследования, проведенные на кафедре технологии молока и молочных продуктов Вологодской ГМХА совместно с кафедрой микробиологии МГУ, штаммы отечественных культур лактобактерий, полученные из ФГБНУ "Экспериментальная биофабрика" (г. Углич) и ВНИМИ (г. Москва), существенно различаются по силе антимикробного действия при их жизнедеятельности и гибели клеток [3, 6].

Таким образом, у российских производителей бактериальных концентратов и заквасок для молочной промышленности в коллекциях имеется ряд стабильных культур *Lactobacillus acidophilus* с потенциалом пробиотика (метабиотика) для ферментированных молочных продуктов, которые достойны отношения международного статус-кво с указанием их в составе концентратов, заквасок и последующих клинических испытаний в составе продукта, как широко известный зарубежный штамм *Lactobacillus rhamnosus* GG (LGG®). Для осуществления концепции ферментированных молочных продуктов с метабиотиками, необходимо первично наладить их производство, в частности творожных продуктов, с последующим изучением метаболитов в составе продукта как в симбиогенезе микроэкосистем, так и в иммунных реакциях макроорганизма развивая в России фундаментальное направление производства функциональных и специализированных продуктов питания с большим сроком хранения [7].

Метаболизирующую активность следует рассматривать как доминирующую для ряда штаммов *Lactobacillus acidophilus*, поскольку кроме защитного эффекта, обусловленного накоплением антимикробных метаболитов, а именно: молочной кислоты как основного конечного продукта молочнокислого брожения и бактериоцинов, ацидофильная палочка выделяет в ЖКТ полезные экзометаболиты. Эффект метабиотиков проявляется, в частности, в том, что культуральная жидкость после инкубирования этих бактерий в жидкой среде до стационарной фазы роста, не содержащая живых клеток, обладала антибиотической более высокой активностью (до 140%) чем живые культуры. Метабиотики обладают также антиоксидантной, протеолитической, антихолестериновой активностью и повышают терапевтический эффект при употреблении в пищевом рационе содержащие их продукты [6, 8].

Таким образом, научная новизна работы заключается в новом сочетании функциональных ингредиентов в составе творожного продукта, включая биотехнологический подход, а также в предложении новой рецептуры продукта.

В качестве прототипа творожного продукта выбран Творог и способ его изготовления, Патент RU 2 690 883, отсутствие пищевых волокон и пробиотической или метибиотической активности в котором является основным недостатком, на решение которого направлена доработка технологии.

Недостаточное количество пищевых волокон (ПВ) в рационе оказывает негативное влияние на течение ряда заболеваний. Среди доказанных физиологических эффектов, проявляемых преимущественно растворимыми ПВ (пектин, гуммиарабик, полидекстроза и др), наиболее выражены нормализация моторно-эвакуаторной функции толстой кишки, действие как пребиотика [9]. Функциональные пищевые добавки, выбранные для обогащения опытного творожного продукта: Пищевые добавки, которые были предложены при реализации технологии по вариантам: гуммиарабик, полидекстроза, цитрусовый пектин, ГТ-амилаза. Содержание добавки в готовом продукте составляло 1,0+0,1%, ГТ-амилазы (0,2+0,02%).

В технологии разрабатываемого нами творожного продукта была использована закваска, приготовленная из бактериального концентрата, используют чистые культуры в виде 5% закваски, приготовленной из отечественного бактериального концентрата БИФИЛАКТ-АД, в состав которого входит изученный штамм *Lactobacillus acidophilus* 22₂w с метабиотическими свойствами.

Способ изготовления опытного творожного продукта включал нагревание до температуры 85-95°C гомогенизированного молока с массовой долей жира 1,0-4,5 мас.% и белка 2,0-3,3 мас.% с молочной сывороткой, кислотностью 3,3-4,5 единиц рН до температуры 85-95°C, в количестве 50 мас.%, сцеживание части безбелковой осветлённой сыворотки до получения белкового концентрата с содержанием сухих веществ 20-35 мас.%, перемешивание при температуре до однородной консистенции, внесение чистых пробиотических или метапробиотических культур и одной из указанных выше пищевых добавок, фасование и упаковывание в потребительскую тару (термостатный способ), заквашивание в течение 4 часов в термостате при температуре 35-42°C и охлаждение в холодильнике до температуры хранения 2-4°C.

Производство творожного продукта 1% с метабиотиком и пребиотиком, термизованный по предложенному способу включало следующие операции: после пастеризации молока и молочной сыворотки, выдержки, сцеживания части сыворотки, проводят заквашивание при температуре 37-39°C 5% закваски на обезжиренном молоке, приготовленной из бактериального концентрата, а также пищевых добавок полидекстрозой (15%), и пектином (6%).

По указанному примеру состав макронутриентов готового продукта функциональный зернёный творога (г/100 г): белок 7,0; жир 0,5; углеводы 1,3 г. Содержание пищевых добавок в продукте (г/100 г): полидекстроза –

15,0; пектин – 6,0. Энергетическая ценность 45,7 ккал/100 г.

Ожидаемый благоприятный эффект при систематическом потреблении продуктов с полидекстрозой: способствуют снижению содержания глюкозы крови по сравнению с пищевыми продуктами, содержащими сахар [10].

При производстве творожного продукта 1% с пробиотиком и гуммиарабиком после пастеризации молока и молочной сыворотки, выдержки, сцеживания части сыворотки, проводят заквашивание бактериальным концентратом при температуре 37-39°C, используя концентрат для пробиотических продуктов БИФИЛАКТ-АД состава: *Lactococcus lactis* subsp. *diacetylactis*, *Streptococcus thermophilus* (вязкий), *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* и/или *B. longum*, и/или *B. adolescentis*. Используется путем внесения активизированного концентрата в нормализованное молоко. Внесение активизированного концентрата - 1 ЕА на 500 л молока. Внесение чистых культур активированного бактериального концентрата производят с пищевыми добавками полидекстрозой (15%) и гуммиарабиком (6%). Далее осуществляют перемешивание, фасование и упаковывание в потребительскую тару и выдерживание в термостате 4 часа (термостатный способ). По этому примеру состав макронутриентов готового продукта функциональный зернёный творога (г/100 г): белок 7,0; жир 0,5; углеводы 1,3 г. Содержание пищевых добавок в продукте (г/100 г): полидекстроза – 15,0; гуммиарабик – 6,0. Энергетическая ценность 45,5 ккал/100 г.

Продукт по примеру этому примеру является функциональным по содержанию пробиотических культур и имеет высокое содержание пищевых волокон.

Он содержит не менее чем 10^6 колониеобразующих единиц пробиотических культур в 1 г продукта, но не менее, чем $5 \cdot 10^6$ колониеобразующих единиц в суточной порции 100 г. Содержание пектина в продукте 6 г/100 г способствует нормализации уровня холестерина в крови.

Варианты произведенного продукта обладали чистым кисломолочных сладковатым вкусом, светло-кремовый цветом, однородной консистенцией.

В предлагаемом способе производства продукта проблема более сложного отделения сыворотки, по сравнению с творогом, который производится с использованием в качестве сырья молочной сыворотки решается путём получения белкового концентрата с содержанием сухих веществ 20-35, с последующим заквашиванием его пробиотическими, или метабиотическими культурами. Также функциональный пищевой продукт разработан, как источник пищевых волокон, не содержащий сахарозы и низкокалорийный.

Авторский вклад в развитие направления разработки функционального творожного продукта в предложении функциональных ингредиентов на основе собственного литературного обзора в апробации биотехнологии

в лабораторных условиях. К перспективам реализации результатов можно отнести испытания технологии на промышленном оборудовании с внесением корректив с учетом конкретного используемого технологического оборудования.

Список литературы

1. Сербя, Е.А. Актуальные направления пищевой биотехнологии для повышения качества и хранимоспособности продуктов питания / Е.М. Сербя. – Текст: непосредственный // Пищевая промышленность, 2018. – №6. – С. 70-73.
2. ГОСТ Р 57079-2016 «Национальный стандарт Российской Федерации. Биотехнологии. Классификация биотехнологической продукции». – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200139392>
3. Polyanskaya, I. Concept of metabiotics in fermented dairy products / I. Polyanskaya, V. Popova, L. Stoyanova. – Text: direct // Journal of Hygienic Engineering and Design, 2022. – Т. 37. – С. 209-213.
4. Рожкова, И.В. Постбиотики как потенциальные компоненты кисломолочных продуктов с функциональными свойствами / И.В. Рожкова, В.А. Леонова, А.В. Бегунова. – Текст: непосредственный // Молочная промышленность, 2022. – №3. – С.16-18.
5. Wegh C. et al. Postbiotics and Their Potential Applications in Early Life Nutrition and Beyond. – Text: direct // International Journal of Molecular Sciences. – 2019. – Vol.20, Is. 19. – P.46-73.
6. Стоянова, Л.Г. Метабиотические свойства штаммов *Lactobacillus acidophilus*, входящих в комплексные закваски для производства пробиотических молочных продуктов / Л.Г. Стоянова, С.Д. Дбар, И.С. Полянская // Биотехнология, 2022. – Т. 38. – № 1. С. 3-12. – Текст: непосредственный.
7. Патент 2766686. Российская Федерация. Способ производства твердого сыра: № 2021101679. – Текст: непосредственный.
8. Шигина, Е.С. Метабиотики в составе обогащенного йогурта / Е.С. Шигина, И.С. Полянская, В.Ф. Семенихина, Л.Г. Стоянова. – Текст: непосредственный // Молочная промышленность, 2022. – № 3. – С. 19-21.
9. Шубина, О.Г. Полидекстроза – многофункциональный углевод для создания низкокалорийных и обогащенных продуктов / О.Г. Шубина. – Текст: электронный // Пищевая промышленность. – 2005. – №5.
10. ГОСТР 55577 – 2013 Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности. – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200107585>

СПОСОБЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ АНТИОКСИДАНТНЫХ СВОЙСТВ ЙОГУРТА

*Ничипоренко Алина Аркадьевна, студент-бакалавр
Полянская Ирина Сергеевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: антиоксиданты растительного происхождения применяются в качестве не только лекарственного, но и пищевого компонента. Показана их эффективность в уменьшении риска сердечно-сосудистых заболеваний, раковых опухолей [1]. В настоящее время многочисленными исследованиями показано, что именно обогащение животной продукции растительными компонентами с высоким содержанием биологически активных веществ способно повысить уровень здоровья людей, повысить их качество жизни [1]. Работа посвящена как обзору наиболее перспективных, с точки зрения антиоксидантных свойств, способов обогащения йогуртов, так и исследованию потребительской оценки опытных образцов йогуртов с антиоксидантными свойствами.

Ключевые слова: йогурт, антиоксидантные свойства, специи

Кисломолочные продукты обладают антиоксидантной активностью в случае использования заквасочных культур с антиоксидантными свойствами [2].

Однако в списке топ-100 продуктов с высоким содержанием антиоксидантов лидирующие позиции занимают специи, обгоняя ягоды, фрукты и овощи (таблица 1). Например, антиоксидант кверцетин содержится (мг/100 г продукта): яблоки – 4,4; чёрная слива – 12; клюква – 15; томат – 15,8; малина – 15,8; укроп – 55. По содержанию антиоксидантов полифенольной группы лидером является куркума.

В последние годы интерес к специям возрос в связи с тем, что многие из них обладают высокой антиоксидантной активностью. В настоящее время специи широко используются в кулинарии разных стран, возникла огромная отрасль производства специй. Они стали дополнительным источником природных антиоксидантов: флавоноидов, фенольных кислот, таннинов, алкалоидов, фенольных дитерпенов и витаминов.

Таким образом, вещества, обладающие антагонистической активностью, содержащиеся в различных специях, имеют различную химическую природу (рисунок 1), например, кроцетин шафрана принадлежит к каратиноидам, апокаротиноидная дикарбоновая кислота. Куркумин из куркумы принадлежит к куркуминоидам, диферулоилметан.

Антиоксидантную активность, называемую также антирадикальной активностью, или восстанавливающей силой, определяют по методу FRAP

(аббревиатура, от слов железовосстанавливающая антиоксидантная сила). Исследуют также содержание фенольных веществ в пересчете на галловую кислоту и флавоноидов в пересчете на катехин [4].

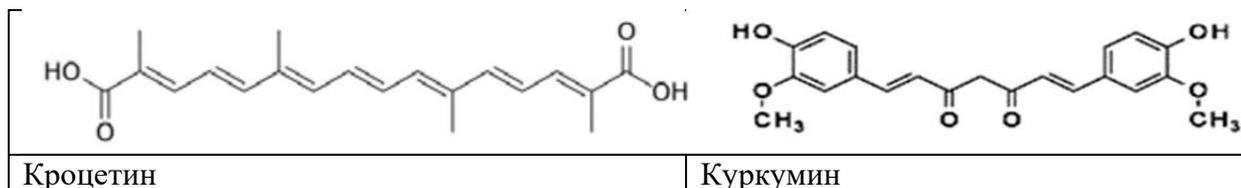


Рисунок 1 – Примеры веществ, содержащихся в специях, с антиоксидантными свойствами

Таблица 1 – Количество и состав антиоксидантов некоторых специй [3,4,5]

Специи	Суммарное содержание флавоноидов, мг/100 г	Химический состав основных антиоксидантов
Анис	170	Камфен, пинен, линалоол, транс, цис-анетола, евгенол, ацетоанизол, рутин, лутеолин-7-глюкозид, апигенин-7-глюкозид, изоориентин
Базилик	417	Апигенин, катехины, кверцетин, рутин, кемпферол, антоцианины, евгенол, лимонен, терпинен, карвакрол, гераниол, ментол, шафрол, танины, урсоловая, п-кумариновая, розмариновая кислоты
Имбирь	33	Гингерол, куркумин, парадол, гераниол, гераниаль, борнеол, линалоол, камфен, зингерол, зингиберон
Кориандр	52	Линалоол, борнеол, гераниол, терпинеол, кумен, пинен, терпинен, кверцетин, кемпферол, кофейная, феруловая, п-кумариновая, ванилиновая кислоты, рутин, токоферолы, пирогаллол
Корица	76	Евгенол, лимонен, терпинеол, катехины, проантоцианидины, танины, линалоол, шафрол, пинен, метилевгенол, бензальдегид
Куркума	484	Куркумины, эфирные масла, евгенол, каротин, аскорбиновая кислота, кофеиновая, п-кумариновая, протокатехиновая, сиреневая, ванилиновая кислоты
Пажитник	77	Сесквитерпены, ароматические альдегиды, терпены
Розмарин	27	Карнозол, розманол, гераниол, пинен, лимонен, апигенин, нарингин, лутеолин, розмариновая, ванилиновая, урсоловая, кофейная кислоты
Укроп	112	Кверцетин, кемпферол, мирицетин, катехины, изорамнетин, карвон, лимонен
Шафран	205	Кроцины (водорастворимые каротиноиды), шафраналь, флавоноиды, галловая, кофейная, феруловая, п-катехиновая, сиреневая, салициловая и ванилиновая кислоты

Измерения антиоксидантной активности производят также методами

фотохемилюминисцентным и циклической вольтамперометрией.

В связи со сложностью определения антиоксидантов, применение в промышленных условиях готовых экстрактов специй с известной антиоксидантной активностью в настоящее время является наиболее приемлемой. Для производства йогуртов лечебно-профилактической направленности в лечебных учреждениях возможен анализ на антиоксидантную активность специи, целенаправленно используемой для изготовления специальных продуктов. Методы количественного определения антиоксидантов совершенствуются. В условиях лаборатории курортно-санаторного учреждения возможен контроль суммарных значений антиоксидантов применением экспресс-анализатора антиоксидантной активности БЛИЗАР или комплекта для измерения антиоксидантной активности Эксперт-006-антиоксиданты и т.п.

Нами произведена потребительская оценка образцов йогурта со следующими специями: анис, базилик, имбирь, кориандр, корица, кунжут, куркума, пажитник, розмарин, укроп, шафран. Количество добавляемой специи – 1%, для имбиря, куркумы, шафрана – 0,2%.

Оценка йогуртов потенциальными потребителями по вкусу, запаху, цвету и консистенции показала, что абсолютным лидером стал продукт с имбирём.

Чаще в качестве лучших вариантов выбирали продукты с кунжутом, кориандром, укропом.

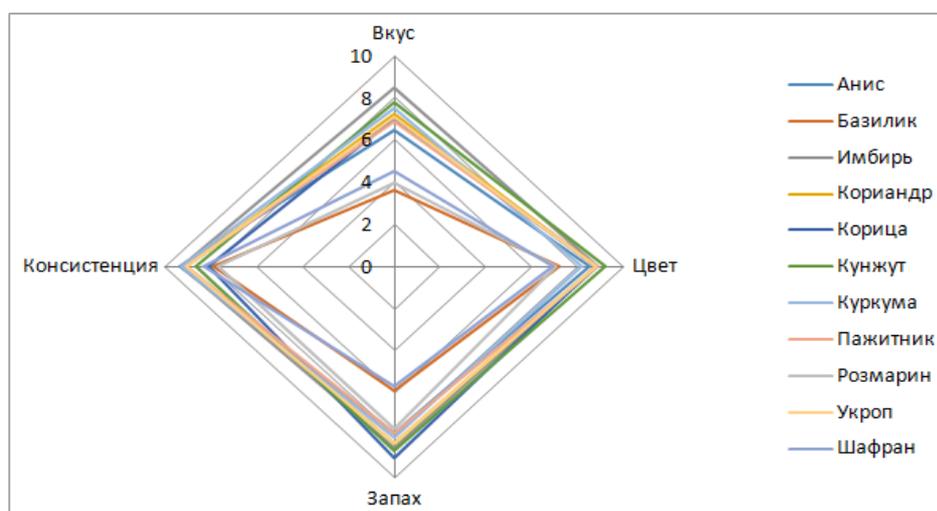


Рисунок 2 – Исследование предпочтений потенциальных потребителей

В нашей стране кориандр и укроп выращивают повсеместно, кунжут выращивают в Краснодарском крае и на Ставрополье, есть опыт возделывания имбиря [7].

Адекватной нормой потребления флавоноидов для взрослых в сутки является, мг:

– флавонолы (кверцетин, кемпферол, мирицетин, изорам-нетин и их глико-

зиды в пересчете на агликон) – 30;

– флавоны (апигенин, лютеолин и их гликозиды в пересчете на агликон) - 10, не считая других форм антиоксидантов.

Рекомендуемая норма суточного потребления флавоноидов для детей 7-18 лет составляет 150-250 мг, что невозможно обеспечить за счёт специй. Специи могут быть лишь дополнением, усиливающим качественный состав антиоксидантов овощей, фруктов, ягод [8].

Специи, обладающие высокой антиоксидантной зависимостью, например, анис, базилик, перспективно испытать в составе продуктов, в частности йогуртов, в меньшем количестве, снижая излишнюю пряность вкуса, которую отмечали потенциальные потребители. В этом случае йогурт может быть функциональным пищевым продуктом по содержанию йогуртных культур. Однако специализированные лечебно-профилактические продукты должны создаваться технологами совместно с медиками, т.к. требуют клинических испытаний. Современное состояние доказательной медицины, использующей двойное слепое плацебо-контролируемое исследование, позволяет подбирать как штаммы йогуртных культур с усиленным пробиотическим эффектом, в том числе с повышенной антиоксидантной активностью, так и синергетические эффекты от йогуртных пробиотиков и антиоксидантных свойств специй [9].

Список литературы

1. Saricaoglu, F.T. Application of multi pass high pressure homogenization to improve stability, physical and bioactive properties of rosehip (*Rosacacina* L.) nectar // F.T. Saricaoglu. – Text: Electronic // Food Chem. – 2019. – Vol. 282, N 1. – P. 67-75.
2. Bio-elements in functional foods / I. Polyanskaya, V Popova., L.G. Stoyanova, A.S Teraevich., T.D. Sultimanova Text: direct // Journal of Hygienic Engineering and Design. 2017. – Т. 21. – С. 70-76.
3. Борисова, А.В. Антиоксидантная активность *invitro* пряностей, используемых в питании человека / А.В. Борисова, Н.В. Макарова. – Текст: непосредственный // Вопр. питания. – 2016. – № 3. – С. 120-126.
4. Антиоксидантная активность специй и их влияние на здоровье человека / А.Я. Яшин, А.Н. Веденин, Я.И. Яшин, Б.В. Немзер. – Текст: непосредственный // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2017. – Т. 17. – № 6. – С. 954-969.
5. Фитохимический анализ семян пажитника сенного. – Текст: электронный. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitohimicheskiy-analiz-semyan-pazhitnika-sennogo>
6. Лекарственные растения анис, анис звездчатый / И.Д. Кароматов, А.С. Гафаров, Р.С.Фахриев, А.Г. Бозоров. – Текст: непосредственный // Биология и интегративная медицина. – 2021. – №1 (48).
7. Кишлян, Н.В. Биологические особенности и возделывание кунжута /

Кишлян Н.В., М.Ш. Асфандиярова, Т.В. Якушева, А.Г. Дубовская. – Текст: непосредственный // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 182 (4), 2021. – С. 156-165.

8. МР 2.3.1.0253-2. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: Методические рекомендации. – Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – 72 с. – Текст: непосредственный.

9. Патент РФ № 2717994 Способ производства рассольного сыра с высоким уровнем молочнокислого брожения. – Текст: электронный. – URL: https://www.elibrary.ru/ip_restricted.asp?rpage=https%3A%2F%2Fwww%2Eelibrary%2Eru%2Fitem%2Easp%3Fid%3D42659850

УДК 637.071

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ОБОГАЩЕННОГО ТВОРОЖНОГО ДЕСЕРТА

*Ничипоренко Алина Аркадьевна, студент-бакалавр
Боброва Анна Владиславовна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** представлены результаты исследования потребительских предпочтений в отношении творожного десерта, обогащенного инулином.*

***Ключевые слова:** маркетинговое исследование, творожный десерт, пищевые волокна, инулин, пребиотик, наполнители*

Маркетинговое исследование представляет собой сбор и анализ данных о ситуации на рынке. Правильно проведенное исследование помогает узнать потенциальных клиентов и их потребности, разработать новые виды продукции.

Россияне традиционно потребляют большое количество молочных продуктов, и расширение спектра вкусовых пристрастий дает рынку огромный потенциал для развития. На сегодняшний день молочные десерты являются одним из наиболее популярных продуктов на отечественном рынке [1].

Самое заметное место занимает йогурт. Следующий по значимости сегмент рынка некондитерских десертов — сладкие творожные изделия. Наиболее популярны в этой категории глазированные сырки — их потребляет 47 % россиян, творожки и творожные массы покупают 35,8 % [2].

Творожные продукты представляют собой наиболее сбалансированную по составу, пищевой и биологической ценности часть рациона челове-

ка. Увеличить их пищевую ценность возможно включением в их состав пищевых волокон путем комбинирования молочного сырья с компонентами растительного происхождения.

Перспективным направлением развития пищевой промышленности является получение продуктов функционального назначения на основе нетрадиционных видов растительного сырья, имеющих специфические свойства и химический состав благодаря содержанию в нем инулина. Инулин является широко распространенным в растительном мире резервным углеводом [3, 4].

Являясь естественным пребиотиком, инулин при попадании в желудочно-кишечный тракт человека улучшает перистальтику кишечника, стимулирует пищеварение, обеспечивает питание и рост ценных бифидобактерий. Пищеварительные ферменты человека не в состоянии переварить инулин, поэтому он полностью сохраняет свои ценные свойства в пищеварительном тракте. В связи с этим увеличение объемов производства и потребления функциональных пищевых продуктов, обогащенных инулином, является актуальной задачей [5].

Анализ рынка показал, что творожные десерты, обогащенные пищевыми волокнами, представлены в одном экземпляре, а именно «Творог мягкий Биобаланс».

В состав нового творожного десерта, обогащенного инулином входит: творог обезжиренный, сливки, сахар-песок, гель инулина. В сравнении с рецептурой продукта-аналога (паста творожная «Российская») содержание жира снижено на 50%, сахара на 35%.

Содержание инулина в обогащенном творожном десерте составит 5 г в 100 г продукта, что обеспечит 20% от суточной нормы потребности в пищевых волокнах.

С целью определения предпочтений и выявления основных факторов, влияющих на поведение покупателей, был проведен письменный анкетный опрос потребителей и потенциальных потребителей творога и творожных десертов посредством одномоментного анкетирования людей.

В результате исследований были получены следующие данные. Был опрошен 61 человек. Анкетированию подверглись 31 % мужчин и 69 % женщин. В опросе принимали участие почти все возрастные группы населения. Наибольшее количество проанкетированных людей в возрасте от 21 до 30 лет (62 % респондентов).

При выборе кисломолочных продуктов наиболее предпочтительными для опрошенных оказались йогурт, творожный десерт с наполнителем, кефир и творог традиционный рассыпчатый (без наполнителей) (рис. 1).

Предположительно, это связано с тем, что основную массу опрошенных представляли студенты, на которых, в большей степени, и рассчитано потребление творожного десерта, обогащенного пищевыми волокнами.



Рисунок 1 – Предпочтительные кисломолочные продукты

90 % опрошенных покупают творожные десерты. Можно сделать вывод, что творожный десерт – популярный товар на российском рынке, а значит, высококонкурентная среда для производителей.

Чаще всего опрошенные употребляют творожные десерты 1-2 раза в неделю (51 % респондентов). Скорее всего, это связано с кризисными явлениями, происходящими в нашей стране последние несколько лет.

Преобладающее большинство респондентов покупают творожные десерты с целью перекуса (рис. 2).

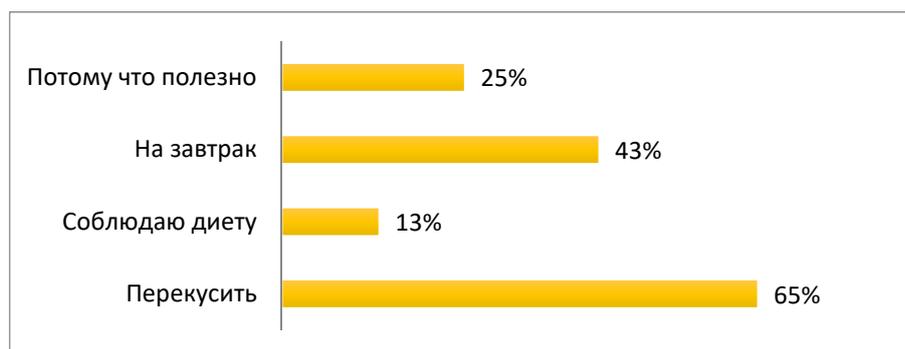


Рисунок 2 – Цель приобретения творожных десертов

На основании данных анкетирования можно утверждать, что для российских потребителей главной привлекающей чертой в творожном десерте является грамотное вкусовое сочетание (97 %), на втором же месте стоит цена продукта (77 %), только после этого срок годности (66 %) и состав (62 %) (рис.3).

Такие результаты отчетливо демонстрируют, на что, прежде всего, следует обращать внимание производителям в процессе создания рецептуры и последующем приготовлении продукта.

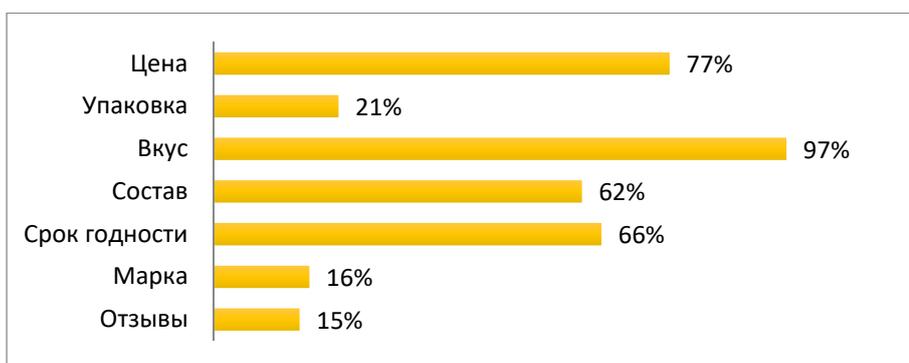


Рисунок 3 – Наиболее важные показатели при выборе творожного десерта

Позитивное отношение к обогащению творожного десерта инулином выразили 77 % опрошенных. Оставшаяся часть респондентов (23 %) не хотели бы пробовать данный продукт. Возможно, это связано с тем, что люди не знают о полезных свойствах данного творожного десерта и о его вкусовых характеристиках.

Следовательно, в будущем важную роль будет иметь реклама при внедрении нового вида творожного десерта.

Несмотря на большой выбор вкусовых добавок, наиболее востребованы ягодные и фруктовые наполнители (56 и 51%, соответственно) (рис. 4).

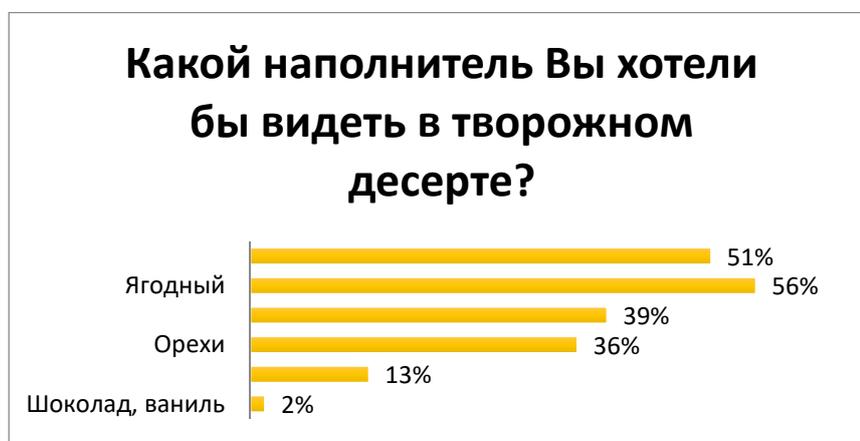


Рисунок 4 – Диаграмма распределения вкусовых добавок по предпочтению

Потребители отдают свое предпочтение следующим ягодным наполнителям: малина, вишня, черника, в то время как клубнику, землянику, яблоко, чернослив, персик выбирает меньшее количество опрошенных (рис. 5). Скорее всего, такой ограниченный выбор ягодных наполнителей обусловливается сложившимися представлениями потребителей о вкусовых свойствах данных добавок, а также большой информированностью о полезных свойствах этих ягод. Они произрастают в регионах Севера-Запада и хорошо известны населению.



Рисунок 5 – Наиболее предпочтительные наполнители

56% опрошенных готовы заменить творожный десерт на другую продукцию.

Предпочтительная цена за 125 г творожного десерта – 41- 60 рублей (69% респондентов). Значительная доля потребителей сохраняет приверженность к более дешевой продукции.

52% потребителей не обращают внимания на то, из чего сделана упаковка продукта, 34% предпочитают пластик, 14% удобной считают упаковку из картона.

Таким образом, мы выяснили, что творожный десерт представляет собой продукт, потребляемый большим процентом населения. Люди в возрасте от 21 до 30 лет составляют основной сегмент потребителей творожного десерта, чаще всего, это студенты. В большей мере именно на них рассчитано производство разработанного творожного десерта. При покупке продукта преобладающим является соотношение цены и качества.

Для сохранения конкурентоспособности и устойчивого развития на рынке творожных десертов производителям важно научиться понимать своих потребителей и делать им такое предложение, которое будет стимулировать спонтанные и запланированные покупки. Немаловажное значение имеет реклама, благодаря которой потенциальный потребитель узнает о пользе и функциональных свойствах нового продукта.

На основе полученных данных можно сделать вывод, что разработка рецептуры творожных десертов, обогащенных инулином является перспективной.

В качестве ягодных наполнителей для дальнейших исследований, как наиболее востребованные, выбраны ягоды малины, вишни и черники.

Доза ягодных наполнителей 5, 10, 15 и 20 % была выбрана на основе анализа рецептов продуктов аналогов и постановкой предварительных опытов.

В качестве сырья использовались натуральные замороженные ягоды.

Для оценки потребительских характеристик творожного продукта с ягодными наполнителями разработана пятибалльная шкала по каждому из значимых органолептических показателей – вкусу и запаху, консистенции,

цвету.

Проведена органолептическая оценка обогащенных творожных продуктов с различной дозой пюре вишни, черники и малины. Для каждого наполнителя выбрана доза 15%. Отмечено гармоничное сочетание вкуса и аромата натуральных ягод и кисломолочного вкуса и запаха творожного десерта.

Список литературы

1. Дунченко, Н.И. Структурированные молочные продукты: монография / Н.И. Дунченко. – Москва Барнаул: Изд-во АлтГТУ. – 2002. – 164 с. – Текст: непосредственный.
2. Житлова, Л. Рынок молочных десертов / Л. Житлова. – Текст: непосредственный // Продвижение продовольствия.Prod&Prod/ – № 10. – 2011.
3. Технологическая оценка и требования к качественным показателям топинамбура и цикория для переработки на инулин и его производные / Т.С. Пучкова, В.А. Бызов, Д.М. Пихало, О.М. Карасева. – бс. – Текст: непосредственный.
4. Liu, R.H. Health benefits of fruit and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals // The American Journal of Clinical Nutrition. – №78. – 2003. – P. 517-520. – Text: Electronic.
5. Пищевые загустители, стабилизаторы, гелеобразователи. – Текст: электронный. – URL: <https://alternativa-sar.ru/tehnologu/pishchevye-dobavki-i-ingredienty/ajmeson-a-pishchevye-zagustiteli-stabilizatory geleobrazovateli/21-57-10-8-primenenie>

УДК 66.974.434

АППАРАТ ДЛЯ СГУЩЕНИЯ НФ КОНЦЕНТРАТА ТВОРОЖНОЙ СЫВОРОТКИ

Новичихин Вячеслав Дмитриевич, студент-магистрант
Нечаев Константин Александрович, студент-бакалавр
Баронов Владимир Игоревич, к.т.н., доцент
Шевчук Владимир Борисович, науч. рук., к.т.н., доцент
Фиалкова Евгения Александровна, науч. рук., д.т.н., профессор
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия

Аннотация: в работе представлена методика расчёта, а также сам конструктивный расчёт аппарата для сгущения НФ концентрата творожной сыворотки. Установлено, что для достижения производительности аппарата 101 кг выпаренной влаги в час необходимо, чтобы диаметр аппарата составлял 0,77м, длина аппарата – 1,925м, частота вращения мешалки - 100 об/мин, при этом скорость движения воздуха – 1

м/с, расход воздуха – 0,467 м³/с, температура поступающего воздуха – 60 °С, время работы аппарата – 9 часов.

Ключевые слова: *НФ-концентрат, сыворотка, сгущение, выпаривание, выпарной аппарат*

Как известно, около 80% всей вырабатываемой в молочной промышленности сыворотки не используется на пищевые цели. Слив сыворотки в канализацию и нарушение экологии это вторая не менее важная проблема молокоперерабатывающей отрасли [1].

Вопросами переработки сыворотки занимаются практически все научные учреждения, связанные с этой отраслью. В промышленность внедряются в основном способы переработки сыворотки при больших её объёмах, свыше 100 тонн в смену. Тогда как самые большие проблемы связаны с предприятиями, имеющими малые объёмы сыворотки (около 20 тонн в сутки) [2-3].

Сыворотка содержит более 200 наименований биологически активных веществ, ценнейшие микроэлементы, а именно: калий, фосфор, кальций, магний и другие, витамины: Е, С, В и т.д., а также: биотин, витамин Н, фермент R, холин и другие. Сыворотка очищает организм, выводит шлаки и токсические элементы, нормализует работу печени, а так же почек, улучшает кровообращение в головном мозге, разжижает кровь [4-7].

Сыворотка обладает лечебными свойствами, поэтому использование её в пищевых продуктах способствует оздоровлению населения, а так же она может быть успешно использована в фармакологии [8-10].

На рис. 1 представлена схема установки для выпаривания НФ-концентрата молочной сыворотки.

Принцип действия установки заключается в следующем: из бака 12 продукт по трубопроводу 11 поступает в камеру 8, а затем переливаясь через кольцевую перегородку 9 попадает во внутреннюю обечайку 1, где разбрызгивается перемешивающимся устройством 2 и далее перемещается к патрубку отвода продукта 11. В противотоке с движением продукта через раструб для входа воздуха 3 подается горячий воздух, который направляется конусными направляющими 5,7 к периферии внутренней обечайки 1 на продукт. Воздух, насыщенный влагой из продукта, отводится через воздухоотвод 14. По достижении требуемой концентрации продукта, циркуляция прекращается и продукт отводится во внешнюю накопительную емкость.

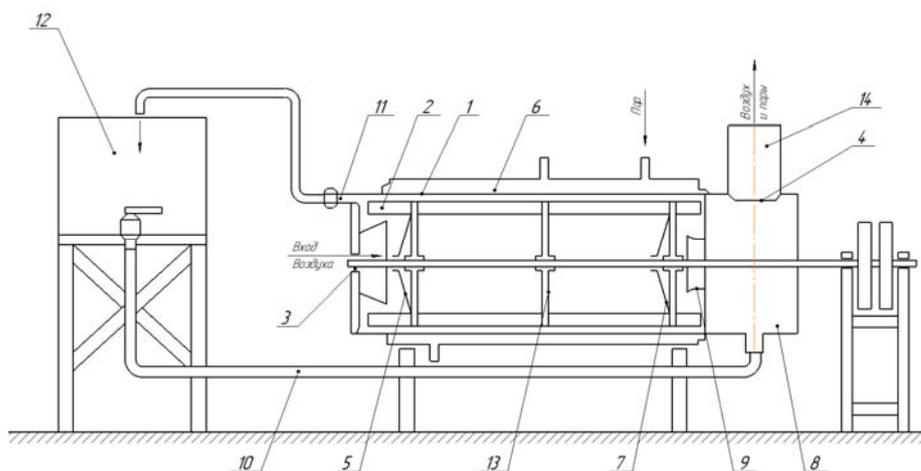


Рисунок 1 – Схема установки для концентрирования НФ-концентрата молочной сыворотки:

1 – внутренняя обечайка; 2 – перемешивающее устройство; 3 – раструб для входа воздуха; 4 – раструб для выхода воздуха; 5, 7 – конусные направляющие; 6 – паровая рубашка; 8 – камера выхода воздуха и подачи продукта; 9 – кольцевая перегородка; 10 – трубаподвода продукта; 11 – патрубок отвода продукта; 12 – циркуляционный бак; 13 – диск с отверстиями; 14 – отвод для воздуха

Целью работы является определение конструктивных эксплуатационных и технологических параметров и режимов работы установки способной перерабатывать 2000кг НФ концентрата сыворотки за 9 часов.

Исходные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1. Исходные данные

Предприятие перерабатывает	10 т/сут
Доля сухих веществ	6 %
Концентрируется на нанофильтрации с электродиализом до содержания сухих веществ	30 %
Необходимое содержание сухих веществ	55%
Время работы аппарата	9 часов

После сгущения 10 тонн сыворотки до 30% сухих веществ количество продукта составит: $\frac{10000 \times 6}{30} = 2000$ кг. Исходя из конструкции концентратора - выпаривание необходимо произвести за счёт воздуха, нагрев продукта необходимо осуществлять паром. Для сгущения нанофильтрата от 30% до 55% необходимо удалить 909,09 кг влаги. Производительность концентратора составит: $\frac{909,09}{9} = 101,01$ кг/час. В результате получим 1090,91кг сыворотки сгущенной до 55% сухих веществ. Расход пара на весь процесс определяется как произведение количества выпаренной влаги на коэффициент использования пара: $909,09 * 1,15 = 1045,45$ кг.

Расчёт расхода воздуха определяется из условия, что температура поступающего воздуха, так же как и температура продукта 60 °С.

Абсолютная влажность при 60 °С = 80 гр./1кг воздуха. Тогда расход воздуха определяется из условия, что он поступает с влажосодержанием: 20гр/1кг воздуха. Тогда количество влаги унесенное с 1 кг воздуха составит: 80 – 20 = 60гр/1кг воздуха. Количество воздуха которое потребуется на весь цикл сгущения: $\frac{909,09}{0,06} = 15151,5$ кг. Расход воздуха в секунду: $\frac{1683,5}{3600} = 0,467$ кг/сек. Подача изначального продукта в аппарат составит: $\frac{2000}{9} = 222,22$ кг/час.

Конструктивные параметры аппарата: площадь поверхности теплообмена: $S = \frac{\pi \times d^2}{4}$. Диаметр аппарата: $d = \sqrt{\frac{4 \times S}{\pi}}$

Эксплуатационные параметры аппарата: объемный расхода: $W_{\text{объем.возд.}} = 0,467$ м³/с. Скорость воздуха $V = 1$ м/с, тогда площадь поверхности теплообмена можно определить исходя из скорости движения воздуха $S = \frac{W(\frac{\text{м}^3}{\text{с}})}{V(\frac{\text{м}}{\text{с}})} = \frac{0,467}{1} = 0,467$ м². Тогда, диаметр аппарата составит $d = \sqrt{\frac{4 \times 0,467}{3,14}} = 0,77$ м. Примем длину аппарата в 2,5 раза больше диаметра, тогда: $L = d \times 2,5 = 0,77 \times 2,5 = 1,925$ м.

Конструктивные параметры перемешивающего устройства: диаметр мешалки $d_M = 0,76$ м; частота вращения $n = 100$ об/мин (rpm) = 1,7 об/с (rps).

Физико-химические свойства сыворотки: плотность $\rho = 1030$ кг/м³; вязкость $\mu = 1,75 \times 10^{-3}$ Па*с.

Центробежное число Рейнольдса:

$$Re_{\text{ц}} = \frac{\rho \times n \times d_M^2}{\mu} = \frac{1030 \times 1,7 \times 0,77^2}{1,75 \times 10^{-3}} = 593238,8 = 5,9 \times 10^5$$

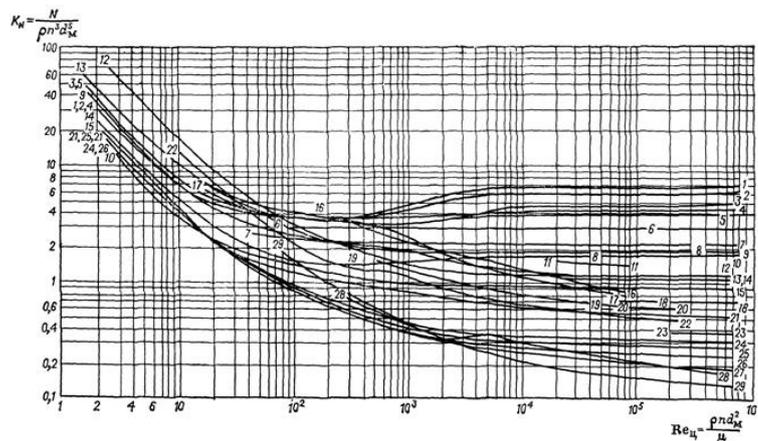


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента сопротивления от числа Рейнольдса для мешалок

Т.к. мешалка 4-х лопастная с перегородками, примем номер мешалки 7. Тогда исходя из графика (рис. 2) $K_n = 2,5$

Мощность мешалки: $N_M = K_n \times \rho \times n^3 \times d_M^5 = 2,5 \times 1030 \times 1,7^3 \times 0,77^5 = 3424,3 \text{Вт} = 3,4 \text{кВт}$.

В результате можно сделать вывод, что разработанный аппарат, используемый совместно с нанофильтрационной установкой, позволит переработать 10 тонн творожной сыворотки за смену, что позволит использовать её в традиционных кисломолочных продуктах, обогащая их ценными сывороточными белками.

Список литературы

1. Дятловская, Е. России лишь 21 % молочной сыворотки идет на переработку / Е. Дятловская, Т.В. Кулистикова. – Текст: электронный // Агроинвестор. – 2019: [сайт]. – URL: www.agroinvestor.ru/analytics/news/31329-v-rossii-lish-21-molochnoy-syvorotki-idet-na-pererabotku/.
2. Методология решения проблемы очистки стоков молокоперерабатывающих предприятий / Д.С. Мамай, С.П. Бабеньшев, А.В. Мамай, В.А. Иванец, Д.С. Хоха. – Текст: непосредственный // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2022. – Т. 84. – № 1 (91). – С. 214-221.
3. Переработка и использования молочной сыворотки для получения продуктов питания / Ж.Н. Баймирзаева, А.А. Абубакирова, К.Б. Шойынбаева [и др.]. – Текст: непосредственный // Scientificperspectives 2018: Сборник материалов XXXV Международной научно-практической конференции, Москва, 26 марта 2018 года. – Москва: Научный центр "Олимп", 2018. – С. 41-42.
4. Семенова, А.А. Пищевая и биологическая ценность молочной сыворотки / А.А. Семенова. – Текст: непосредственный // Актуальные исследования. – 2023. – № 1 (131). – С. 10-12.
5. Фидарова, М.А. Оценка качества молочной сыворотки для производства напитков / М.А. Фидарова, Э.Р. Кочисова. – Текст: непосредственный // Научное обеспечение сельского хозяйства горных и предгорных территорий: Материалы всероссийской студенческой научно-практической конференции, Владикавказ, 25-27 ноября 2020 года. Том 2. – Владикавказ: Горский государственный аграрный университет, 2020. – С. 59-62.
6. Химический состав и технологические свойства различных видов молочной сыворотки / И.В. Плотникова, Е.С. Шенцова, К.К. Полянский, Д.С. Писаревский. – Текст: непосредственный // Сыроделие и маслоделие. – 2020. – № 3. – С. 43-45.
7. Сокровище найдено: что с ним делать? / А.Г. Храмцов [и др.]. – Текст: непосредственный // Молочная промышленность. – 2013. – №6. – С.30-32.
8. Витушкина, М.А. Сывороточные белки молока и их свойства / М.А. Витушкина, М.А. Дулепова. – 2020. – Т. 5. – № 8(29). – С. 51-58. – Текст: непосредственный.
9. Скрябина, О.В. Способ производства пасты творожной / О.В. Скрябина,

Ю. А. Динер. – Текст: непосредственный // Каталог научных и инновационных разработок ФГБОУ ВО "Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина". – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2021. – С. 78-79.

10. Кисломолочный продукт для геродиетического питания / Антипова Татьяна Алексеевна, Фелик Светлана Валерьевна, Симоненко Сергей Владимирович, Андросова Надежда Леонидовна, Кудряшова Ольга Владимировна, Золотин Александр Юрьевич, Синько Татьяна Ильинична Патент на изобретение 2789462 С1, 03.02.2023. Заявка № 2022111058 от 22.04.2022. – Текст: непосредственный.

11. Нестеров, Е.Д. Разработка способа получения винного напитка на основе молочной сыворотки с использованием гриба *E. cristatum* / Е.Д. Нестеров, З. А. Логинов, А.И. Калиновская. – Текст: непосредственный // Сыроделие и маслоделие. – 2022. – № 85-8. – С. 139-143.

УДК 664;66.081.6

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЛАКТОЗЫ ФАРМОКОПЕЙНОГО КАЧЕСТВА

*Порошин Иван Андреевич, студент-бакалавр
Тимкин Виктор Андреевич, науч. рук., к.т.н., доцент
УрГАУ, г. Екатеринбург, Россия*

***Аннотация:** в статье рассматривается проблема производственных отходов при образовании молочной сыворотки, а также польза и востребованность лактозы фармакопейного качества. Предлагается разработка технологии создания чистой лактозы с помощью баромембранных установок посредством разделения молока на составные части используя процессы нано-, ультра-, и диафльтрации. Определены предпочтительные технологические параметры баромембранных процессов разделения молока.*

***Ключевые слова:** ультрафльтрация, нанофльтрация, диафльтрация, лактоза, баромембранные процессы, мембрана, сыворотка, пермеат, ретенат*

Ежегодно в России образуется более 3,5 миллионов тонн молочной сыворотки, в том числе более 40 тысяч тонн в Свердловской области. По экспертным оценкам порядка 80% от этого объема сливается в виде сточных вод. Вследствие чего могут возникнуть следующие проблемы: нарушение экологии, наложение штрафов на предприятия, потеря ценных ресурсов и издержки упущенных возможностей. Лактоза является универсальным материалом, который широко используется в фармацевтической

промышленности: наполнитель таблеток, спреи, антибиотики, гомеопатические препараты и др. В нашей стране нет собственного производства фармакопейной, рафинированной и пищевой лактозы, мы импортируем лактозу фармацевтическую и пищевую из-за рубежа, что подтверждается данными исследования молочного комбината «Ставропольский». Востребованность лактозы на внутреннем и мировом рынках, а также имеющиеся ресурсы вторичного молочного сырья в России, дают возможность организовать производство этого продукта пищевого и фармакопейного качества в нашей стране. Предлагаемое решение – выделение лактозы из молочной сыворотки, которая является отходом производства с помощью баромембранных установок [1].

В процессе выделения лактозы участвуют нано-, ультра-, и диафильтрация.

Нанофильтрация – это процесс разделения жидкости на мембранной поверхности, имеющей менее плотный и более проницаемый селективный слой, чем для обратного осмоса [2].

Ультрафильтрация – это фильтрация с помощью полупроницаемых мембран, изготовленных на основе синтетических полимерных и керамических материалов под давлением.

Диафильтрация – это вариант мембранного разделения, при котором происходит очистка одного или нескольких компонентов раствора от примесей другого (других) компонентов.

Изначально, сыворотка, проходя ультрафильтрацию, отделяется от жира и белка что является ретентатом, далее пермеат в виде лактозы воды и соли проходит нанофильтрацию отделяя соли и воду, в конечном итоге с помощью воды в процессе диафильтрации практически полностью удаляются соли, и образуются лактоза и вода (технология производства показана на рисунке 1).

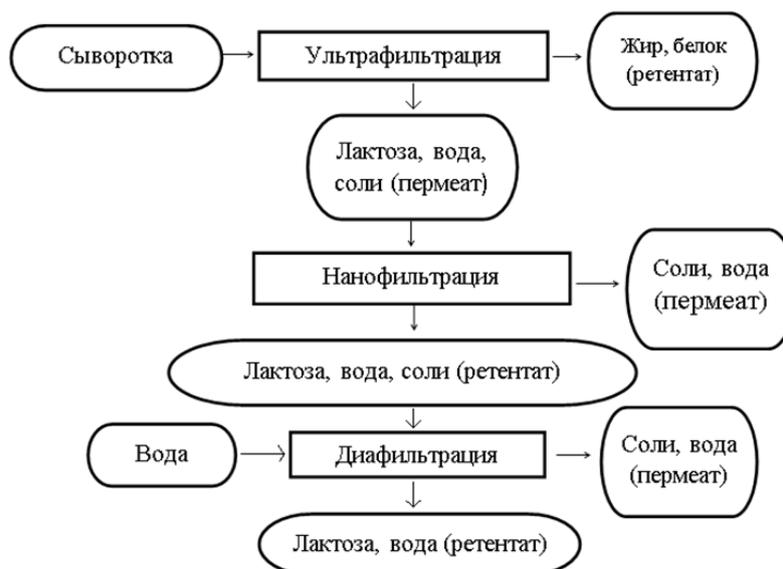


Рисунок 1 – Схема производства лактозы

При переработке молочной сыворотки при помощи нанофильтрации концентрация массовой доли сухих веществ достигает 20-22%, а с применением частичной деминерализации достигает 30 %, что, в свою очередь, способствует интенсификации и снижению энергопотребления дальнейших этапов переработки сыворотки (электродиализ, сгущение, кристаллизация, сушка). Обработанная данным способом молочная сыворотка имеет улучшенные технологические свойства, легче поддается дальнейшей переработке, может подвергаться более выгодной транспортировке (за счет уменьшения объема сыворотки снижаются затраты на транспортировку), может быть использована другим предприятиям в виде жидких и сухих концентратов, или использоваться внутри производства в технологии производства молочных продуктов. Пермеат после нанофильтрации представляет собой водный раствор солей низкой концентрации и может быть утилизирован без каких-либо проблем. Разумно применение процесса нанофильтрации в случае переработки различных видов пермеата, что позволяет сконцентрировать молочный сахар и провести частичную деминерализацию раствора этого компонента, а также значительно увеличит интенсивность этапов технологии получения лактозы различной категории качества. [3]

Технология основана на применении отечественных керамических мембран нового поколения.

Керамические мембраны – фильтрующие элементы, предназначенные для нано-, ультра-, и микрофильтрации в пищевой, фармацевтической и других отраслях. (Сведения приведены в таблице 1)

Таблица 1 – Соотношение размеров пор мембраны, рабочего давления и отделяемых частиц

Ультрафильтрация	0,005 – 0,1 мкм	0,4 – 1,3 мПа	Коллоидные частицы, сывороточные белки
Нанофильтрация	0,001 – 0,005 мкм	0,7 – 4 мПа	Лактоза, некоторые аминокислоты

Список литературы

1. Разработка баромембранной технологии переработки молочной сыворотки/ В.А. Тимкин, Л.А. Минухин, И.П. Гальчак, В.А. Лазарев. – Текст: непосредственный // Аграрный вестник Урала. – 2013. – №7 (113).
2. Нанофильтрация – Текст: электронный. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Нанофильтрация>
3. Золоторева, М.С. Мембранные Процессы в технологии Переработки сыворотки / М.С. Золоторева, к. т. н., главный технолог, Северо-Кавказский Федеральный Университет (СКФУ); В.К. Топалов, начальник отдела продаж, ООО «МЕГА ПрофиЛайн» – Текст: непосредственный.

**ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
ИНГРЕДИЕНТОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ НАПИТКА
НА ОСНОВЕ ПАХТЫ**

*Рочева Александра Владимировна, студент-магистрант
Габриелян Дина Сергеевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** подобраны ингредиенты для функционального напитка на основе пахты. Также показаны лечебно-диетические свойства пахты и ингредиентов.*

***Ключевые слова:** функциональные пищевые продукты, молочнокислые бактерии, кисломолочный напиток, бифидобактерии, пробиотики, йодказеин, шиповник, пахта*

В настоящее время в России идет постоянная работа по созданию продуктов здорового питания. И это основано на употреблении функциональных продуктов. Функциональные пищевые продукты – это продукты, которые положительно влияют на здоровье человека и предотвращают то или иное заболевание. При ежедневном употреблении таких продуктов способствует сохранению и улучшению здоровья человека. Например, улучшают функции иммунной защиты, предупреждают различные заболевания, контролируют физические и психические недуги [1].

К числу функциональных молочных продуктов на российском рынке можно отнести кисломолочные продукты с бифидобактериями, лактулозой, с пробиотиками, а также обогащенные молочные продукты - витаминизированные, йодированные, фторированные и другие [1].

Определяющим приоритетом развития молочной отрасли России является не только расширение ассортимента существующих продуктов, сколько внедрение в линейку молочных продуктов различных обогащенных функциональными ингредиентами продуктов. И это влечет в свою очередь необходимость внедрения в промышленности новых технологий, позволяющих использовать различные компоненты, которые придают известным продуктам обновленные свойства [1].

Первое место среди пищевых продуктов функционального питания занимают кисломолочные продукты, в том числе для поддержания иммунной системы. Идея использования полезных для человека живых микроорганизмов для восстановления нормального функционирования пищеварительного тракта принадлежит И.И. Мечникову. Он рекомендовал ежедневно употреблять кисломолочные продукты.

Напитки, сквашенные культурами молочнокислых бактерий, бифидобактерии, ацидофильной палочки благотворно воздействуют на орга-

низм человека с помощью микроорганизмов и веществ, образующихся в результате биохимических процессов, которые протекают при сквашивании [3].

Целью работы является подбор ингредиентов для производства функционального напитка на основе пахты [3, 4].

Пахта, получаемая при производстве масла из коровьего молока, характеризуется большим количеством фосфолипидов, которые попадают в нее вместе с оболочками жировых шариков и участвуют в важных процессах обмена веществ. Также богата полиненасыщенными жирными кислотами (витамин F). И этот витамин способствует выведению холестерина из организма. Кроме того, в пахте витамины А, D, H, и группа В, холин находятся почти в таких же количествах, как и в молоке. Диетологи рекомендуют устраивать также разгрузочные дни с использованием кисломолочных продуктов и напитков. Кроме того, она прекрасно подходит для постоянного употребления в любых количествах людям всех возрастов [5].

В современных условиях приобретает важное значение в питании человека снизить уровень холестерина в крови человека, что обеспечивает противоатеросклеротический эффект и нормализацию жирового обмена. Биологическая ценность пахты обуславливается наличием в ее составе веществ, которые обладают антиатеросклеротическим липотропным действием.

Пахта представляет большую ценность как источник лецитина. Он находится в наиболее активной форме, поскольку он связан с белком, образуя активный белково-лецитиновый комплекс. Пахта представляет собой продукт, гарантированно защищенный от какого-либо проявления атерогенного действия. Польза пахты для здоровья человека заключена не только в сбалансированном составе продукта. Жиры, входящие в состав пахты, обеспечивают усвоение жирорастворимых витаминов [5].

В качестве закваски для продукта планируется использование ХТ-315, в состав которой входят молочнокислые микроорганизмы: *Lactococcus lactis subsp.cremoris*, *Lactococcus lactis subsp.lactis biovar.diacetylactis*, *Lactococcus lactis subsp.lactis*, *Leuconostoc*. Молочнокислые бактерии, содержащиеся в кисломолочных продуктах, способны осваиваться в кишечнике человека и благоприятно влиять на весь организм.

В последние годы остро встала проблема заболеваний, связанных с недостатком поступления йода в организм человека. Организм человека не синтезирует и не накапливает йод, поэтому необходимо ежедневно восполнять запасы этого элемента. Продукты питания, обогащенные йодом - это самая доступная профилактика йододефицита, а также самый быстрорастущий тренд - тренд здорового питания [6].

По медицинской статистике среднее потребление йода не превышает 80 мкг/сутки, а потребность для взрослых может составлять от 150 до 600 мкг/сутки.

Йод необходим в первую очередь для нормальной работы щитовидной железы, которая вырабатывает жизненно необходимые гормоны. Именно эти гормоны отвечают за физическое и умственное развитие человека. Важную роль йод играет в развитии и формировании мозга у детей, особенно во внутриутробном периоде и в первые месяцы жизни. Поэтому достаточное количество йода в рационе питания человека стимулирует рост и развитие организма, рост и дифференцировку тканей, повышает уровень бодрствования, психическую энергию и активность, ускоряет течение мыслительных ассоциаций, повышает интеллектуальный потенциал, повышает двигательную активность, а также йод позволяет укрепить иммунную систему [6].

Ниже в таблице 1 приведены основные данные необходимого организму количества йода в сутки

Таблица 1 – Нормы ежедневного потребления йода [6].

Группы населения	Норма ежедневного потребления йода (мкг)
Дети грудного возраста (первые 12 месяцев)	50
Дети младшего возраста (от 2 до 6 лет)	90
Дети дошкольного возраста (от 7 до 12 лет)	120
Взрослые (от 12 лет и старше)	150
Беременные и кормящие женщины	200

Источником йода являются различные части грецкого ореха, в том числе молодые листья, фейхоа, жимолость, но наиболее изученными и часто используемыми источниками органического йода являются морские водоросли: ламинария, спирулина, фукус и цистозира черноморская, а также йодказеин, применение которого в качестве добавки в пищевые продукты исключает передозировку йода в организме человека.

В качестве плодово-ягодного наполнителя для напитка из пахты представляет интерес использование сиропа из плодов шиповника. Он является лекарственным и бактерицидным средством, за счет содержания в нем большого количества аскорбиновой кислоты (витамина С) в количестве как минимум 0,2 %.

Шиповник служит также для снятия воспаления, является хорошим мочегонным и желчегонным средством, улучшает функцию желудочно-кишечного тракта. Большим плюсом является то, что при всем этом не оказывается негативного воздействия на ткани почек. Содержащийся в шиповнике витамин С положительно влияет на большинство окислительно-восстановительных реакций организма. Ещё одним его плюсом является способность торможения отложений в кровеносных сосудах атероматозных масс, а также благодаря шиповнику уменьшается количество холестерина в крови и приостанавливается распространение заболевания атеросклерозом.

Содержащийся в шиповнике каротин положительно сказывается на иммунитете организма, витамин К улучшает свертываемость крови и помогает в формировании протромбина, витамин Р укрепляет капилляры, а также помогает в наилучшем усваивании витамина С, витамины В2 и В1 воздействуют на кроветворные органы, помогают в синтезе зрительного пурпура и играют роль в формировании желтого фермента [5].

Таблица 2 – Состав плодов шиповника

Витамины	Ккал на 100 г
Бета-каротин	2,6 мг
Витамин А	434 мг
Витамин В1	0,05 мг
Витамин В2	0,13 мг
Витамин В3	0,7 мг
Витамин С	650 мг
Витамин Е	1,7 мг
Витамин Р	0,6 мг
Кальций	28 мг
Магний	8 мг
Натрий	5 мг
Калий	23 мг
Фосфор	8 мг
Железо	1,3 мг
Марганец	37000 мкг
Цинк	1,1 мг
Молибден	4330 мкг

Итак, пробиотические кисломолочные напитки занимают важное место в структуре питания для всего населения земного шара. Ассортимент таких продуктов очень обширный, а диетическая ценность обусловлена прежде всего химическим составом сырья, который характеризуется наличием основных питательных веществ в сбалансированном соотношении и легко усвояемой форме.

Список литературы

1. Грунская, В.А. Биотехнология продуктов функционального назначения на молочной основе: учебно-методическое пособие / В.А. Грунская, Д.С. Габриелян, Н.Г. Острцова. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2010. – 84 с. – Текст: непосредственный.
2. Гудков, А.В. Бифидобактерии: биотехнология, роль в жизнедеятельности человека и животных. / А.В. Гудков, С.А. Гудков. – Текст: непосредственный // Производство бифидосодержащих продуктов. – Углич: ВНИИМС, 2013. – 67 с.
3. Гудков, А.В. Бифидобактерии: биотехнология, роль в жизнедеятельности человека и животных / А.В. Гудков, С.А. Гудков. – Текст: непосредственный.

ный // Производство бифидосодержащих продуктов. – Углич: ВНИИМС, 2013. – 67 с.

4. Ковальжина, Л.С. Профилактика йодного дефицита: информированность учащейся молодежи, проживающей на эндемичной территории / Л.С. Ковальжина, Л.А. Суплотова, О.Б. Макарова. – Текст: непосредственный // Терапевт. – 2014. – 58 с.

5. Храмцов, А.Г. Справочник технолога молочного производства. Технологии и рецептуры. Продукты из обезжиренного молока, пахты и молочной сыворотки / А.Г. Храмцов, С.В. Васи́лин. – Санкт-Петербург: ГИОРД. – 2004. – Т. 5. – 576 с.

6. Дзахмишева, И.Ш. Профилактика йододефицита функциональными продуктами питания / И.Ш. Дзахмишева. – Нальчик, 2013. – 214с. – Текст: непосредственный.

7. Пилипенко, Т.В. Разработка молочного десерта, обогащенного функциональными растительными добавками / Т.В. Пилипенко, Е.О. Рогинская. – Санкт-Петербург, 2018. – 48 с. – Текст: непосредственный.

УДК 637.146

ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ФРУКТОВОГО ЙОГУРТА ИЗ ПАХТЫ, ОБОГАЩЕННОГО ИНУЛИНОМ

*Серкова Наталья Витальевна, студент-бакалавр
Острецова Надежда Геннадьевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в ходе анкетирования выявлены предпочтения потребителей при употреблении йогуртов. С целью обеспечения разнообразия вкусовых качеств йогуртов выбраны три вида фруктовых наполнителей в виде джемов: клубника-вишня, персик-манго, лимонный. Установлена рациональная доза внесения выбранных наполнителей в сквашенную основу для йогурта на основе пахты, КСБ-УФ-80 и инулина -7,5%.

Ключевые слова: пахта, концентрат сывороточных белков, инулин, рецептура, фруктовый йогурт

На данный момент ситуация на российском рынке кисломолочных продуктов весьма неоднозначна. Выбору потребителей представлен богатый ассортимент кисломолочной продукции, что говорит о хорошем развитии данного сегмента молочной отрасли. Растущая конкуренция между производителями заставляет их разрабатывать рецептуры и создавать новые виды функциональных кисломолочных напитков. Но, несмотря на обилие продукции, всё ещё ощущается недостаток низкожирных кисломолочных напитков, продуктов из вторичного молочного сырья, особенно

пахты [1].

Целью данного исследования является разработка нового вида фруктового йогурта функционального назначения на основе пахты с добавлением инулина и концентрата сывороточных белков.

На основании ранее проведенных нами исследований [2] установлена целесообразность использования инулина в виде геля в составе кисломолочного напитка из пахты, сквашенного болгарской палочкой и термофильным стрептококком в соотношении 1:4, обоснована рациональная доза внесения инулина из расчета обеспечения в пищевых волокнах -20% от суточной нормы потребления (5 г в 100 г продукта [3]).

Одним из основных идентификационных показателей йогурта как молочного составного продукта является массовая доля СОМО в молочной основе - не менее 8,5% [4]. В данной работе для повышения СОМО в проектируемом йогурте был использован концентрат сывороточных белков, полученный методом ультрафильтрации подсырной сыворотки (КСБ-УФ-80). Производитель продукта – ОАО "Щучинский маслосырзавод" (Беларусь). На основании предварительных исследований была установлена рациональная доза введения КСБ-УФ-80 в рецептуру йогурта -3%, что обеспечивает СОМО в молочной основе йогурта -10%.

Биологическая ценность КСБ-УФ-80 обусловлена высоким содержанием незаменимых аминокислот, поэтому целесообразным является применение КСБ-УФ не только как функционально-технологического, но и как биологически ценного компонента [5-6].

Для выявления предпочтений потребителей был проведен социологический опрос, где большинство опрошенных (90%) – это женщины в возрасте от 21-30 лет. Результаты опроса представлены на рис 1-7.

Выявлено, что наиболее популярным кисломолочным напитком среди опрошенных является йогурт (95%) (рисунок 1).

Какие виды кисломолочных продуктов Вы предпочитаете?

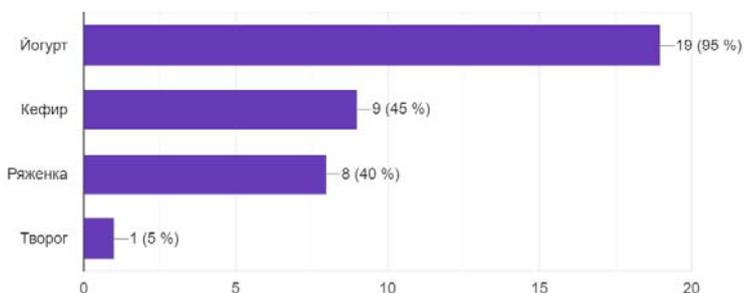


Рисунок 1 – Выбор вида кисломолочных продуктов

На вопрос «Покупаете ли вы йогурты?» получено максимальное количество положительных ответов. 45% опрошенных людей употребляют йогурты 1-2 раза в неделю, 20% раз в месяц, а 15% -каждый день (рисунок 2).

Как часто Вы употребляете йогурты?

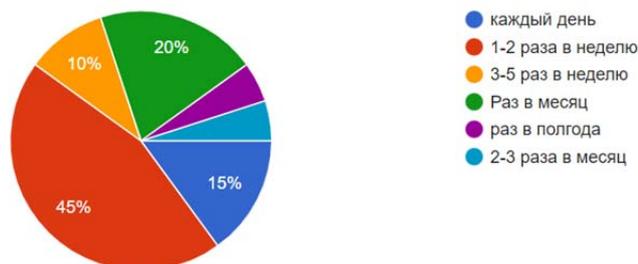


Рисунок 2 – Частота употребления йогурта

Как показали результаты опроса, 63% людей покупают йогурт с целью перекуса, 18,5% на завтрак и потому, что полезно (рисунок 3). Наиболее важными критериями при выборе йогурта являются вкус, цена, состав и срок годности продукта (рисунок 4).

С какой целью Вы приобретаете йогурты?

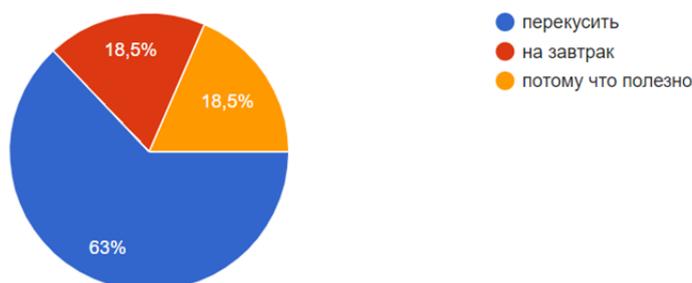


Рисунок 3 – Цель покупки йогурта

Что важно для Вас при выборе йогурта?

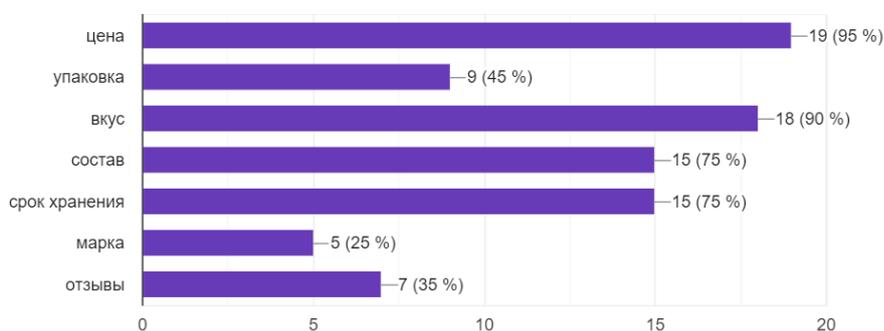


Рисунок 4 – Критерии выбора йогурта

На вопрос «Хотели бы Вы попробовать питьевой йогурт с добавлением инулина в виде пребиотика?» получено наибольшее количество положительных ответов (рисунок 5).

Хотели бы Вы попробовать йогурт с добавлением инулина в виде пребиотика?

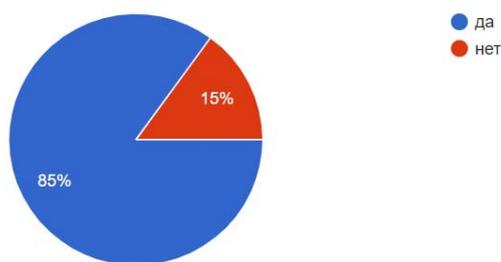


Рисунок 5 –Целесообразность включения в рецептуру йогурта инулина

Большинство потенциальных покупателей привлекает йогурт с фруктовыми и ягодными наполнителями (рисунок 6).

Какой наполнитель Вы бы хотели видеть в йогурте?

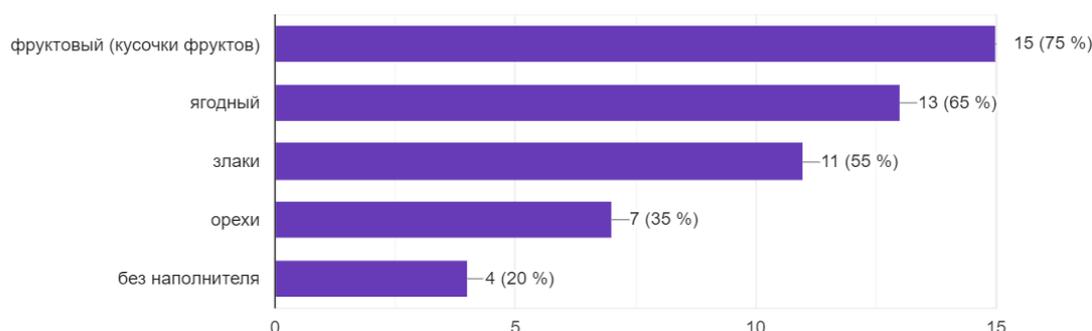


Рисунок 6 – Предпочтения в выборе вида наполнителей для йогурта

По данным опроса респонденты хотели бы попробовать йогурт со вкусом вишни, лимона, апельсина, сливы и персик-манго (рисунок 7).

С каким вкусом Вы бы хотели попробовать йогурт?

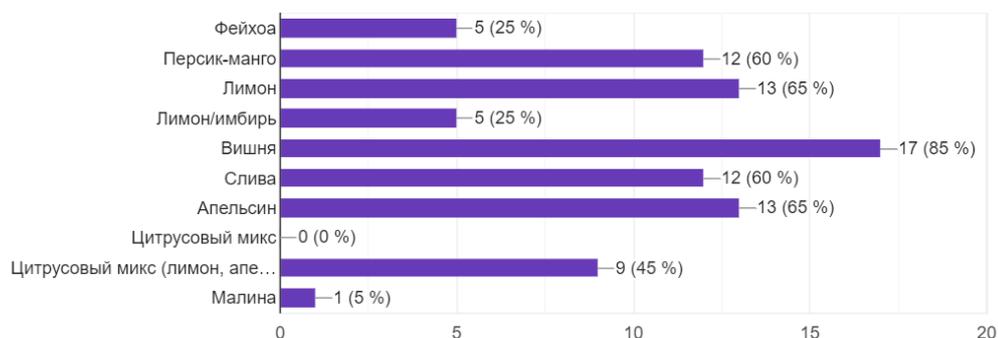


Рисунок 7 – Вкусовые наполнители для йогурта

По результатам опроса были сделан вывод о целесообразности производства йогурта функционального назначения. Выявлено, что большая часть потребителей знают о полезных свойствах пребиотических продуктов, в том числе с добавлением инулина как источника пищевых волокон.

С целью обеспечения разнообразия вкусовых качеств йогурта были выбраны фруктовые вкусовые наполнители, которым была отдано предпочтение по результатам опроса. Характеристика наполнителей представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Вкусовые наполнители для фруктового йогурта

Вид	Состав	Производитель	Пищевая ценность в 100 г	Энергетическая ценность в 100 г
Джем десертный «Клубника-вишня»	Сахар, вишня, клубника, желирующий агент-пектин, регуляторы кислотности: лимонная кислота, цитрат натрия (III), вода, ароматизаторы. Не содержит ГМО	АО «Казанский жировой комбинат»	Углеводы-60 г	240 ккал (1020 кДж)
Джем «Персик-манго»	Персик, сахар, глюкозный сироп, концентрированный сок манго, загуститель пектины, регулятор кислотности лимонная кислота	АО «Эссен Продакшн АГ»	Углеводы-68,0 г	272 ккал (1156 кДж)
Джем «Лимонный»	Лимоны свежие, сахар, глюкозно-фруктозный сироп, загуститель пектины, регулятор кислотности лимонная кислота	АО «Эссен Продакшн АГ»	Углеводы-68,0 г	272 ккал (1156 кДж)

Для приготовления смеси для йогурта в пахту вносили согласно разработанной рецептуре 3% КСБ-УФ-80, гель инулина в количестве 20%; смесь пастеризовали при температуре 85⁰С с выдержкой 3 мин, охлаждали до температуры заквашивания 40⁰С. В качестве закваски использовали лабораторную закваску *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (бакконцентрат БК-Углич-Б) и *Streptococcus thermophilus* (невязкий) (бакконцентрат БК-Углич-ТНВ) в соотношении 1:4. Доза закваски составляла 5% к массе смеси. Сквашивание проводили до кислотности сгустка 80-85⁰Т (рН=4,85-4,9). Продолжительность сквашивания составила 4 часа, полученный сгусток имел плотную консистенцию, без выделения сыворотки.

Исследовали дозу внесения наполнителей в молочную основу в количестве 5; 7,5; 10 %. При внесении дозы наполнителя 5% для всех видов отмечен недостаточно выраженный вкус и аромат наполнителя. При использовании дозы наполнителей 7,5% отмечена хорошая сочетаемость

кисломолочного вкуса с вкусом и ароматом наполнителей. Увеличение дозы наполнителей до 10 % приводит к появлению излишне сладкого вкуса и «навязчивого» вкуса наполнителя. Таким образом, на основании оценки вкуса и запаха опытных образцов установлена рациональная доза внесения выбранных наполнителей в составе сквашенной основы на основе пахты, КСБ-УФ и инулина – 7,5%. Консистенция у всех образцов характеризовалась как желеобразная, с наличием кусочков наполнителя.

Таким образом, в ходе анкетирования выявлено, что фруктовый йогурт, обогащенный инулином, будучи выпущенным на рынок, будет пользоваться спросом у потребителей. Органолептическая оценка опытных образцов йогурта с джемами промышленного производства: клубника-вишня, персик-манго, лимонный показала хорошую сочетаемость их вкуса и аромата с кисломолочным вкусом йогурта. Установлена рациональная доза внесения выбранных наполнителей в сквашенную основу для йогурта на основе пахты, КСБ-УФ-80 и инулина -7,5%, обеспечивающая высокие потребительские свойства проектируемых йогуртов.

Список литературы

1. Скриплева, Е.А. Изучение конкурентоспособности производства йогурта с селеном в перспективе развития рынка кисломолочных продуктов // Е.А. Скриплева, Т.П. Арсеньева. – Текст: непосредственный – Вестник Международной академии холода. – 2017. – № 1. – С. 25-30. – Текст электронный.
2. Серкова, Н.В. Целесообразность использования инулина в составе кисломолочного напитка из пахты / Н.В. Серкова, Н.Г. Острцова, Е.Ю. Неронова. – Текст: непосредственный // Передовые достижения науки в молочной отрасли: Сборник научных трудов по результатам работы IV Международной научно-практической конференции. Часть 1. – Вологда-Молочное: ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, 2022. – С.118-123.
3. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ: Методические рекомендации. – Москва: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2021. – 72 с. – Текст: электронный. URL:https://www.rosпотребнадзор.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979
4. ТР ТС 033/2013. Технический регламент Таможенного союза "О безопасности молока и молочной продукции" от 09.10.2013. – Текст: электронный. – URL:<https://docs.cntd.ru/document/499050562>
5. Варивода, А.А. Использование концентрата сывороточных белков в качестве стабилизатора структуры при производстве продуктов питания / А.А. Варивода. – Текст: непосредственный // Ползуновский вестник. – №2. – 2020. – С. 58-62.
6. Перспективы использования концентратов сывороточных белков в технологиях пищевых продуктов / Д.А. Гордиенко, И.А. Евдокимов, М.С. Зо-

лотарева, А.Г. Скороходов. – Текст: непосредственный // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2008. – №2. – С. 98-97.

УДК. 556

АФФЕКТИВНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ АРОМАТОВ ЙОГУРТОВ

*Серкова Наталья Витальевна, студент-бакалавр
Полянская Ирина Сергеевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: доказано колоссальное влияние эфирных масел на наше психо-эмоциональное состояние. Они могут помочь справиться с апатией, гневом, снять стресс, придать бодрости и т. д. При ингаляции ароматов порядка 50% ароматических веществ может быть захвачено кровотоком, оказывая эффект на организм. В пищевой промышленности используется обычно одна капля эфирного масла на 1 литр, что является существенно меньшей концентрацией, чем лечебные дозы при употреблении внутрь ароматизаторов. Однако уже в такой концентрации эфирные масла опосредованно влияют на организм, если приводят эмоциональный фон в равновесие. Задачей настоящего исследования служит проведение аффективных тестов с ароматизированными йогуртами потребителей йогуртов студентов для утреннего перекуса.

Ключевые слова: йогурт, пищевые ароматизаторы, аффективные тесты

В зависимости от поставленных задач на практике используют два принципиально различных подхода органолептического анализа: аффективные (эмоциональные) испытания (тесты) и аналитические сенсорные испытания. Аффективные тесты необходимы для выяснения предпочтения потребителей, а аналитические сенсорные испытания – когда необходимо определить, есть ли различия между продуктами независимо от потребительских предпочтений [1].

Продуктам с приятными ароматами принадлежит большое будущее. Немаловажный интерес представляют сведения о качестве и потребительских свойствах этой группы продуктов. Аромат пищи влияет на настроение, самочувствие и даже на работоспособность человека [2, 3]. В связи с этим целью исследований явилась оценка качества потребительских характеристик опытных образцов продукта для утреннего перекуса.

Многие исследователи не один год доказывали, что эмоции человека на 70% зависят от обоняния. Различные ароматы, запахи склонны вызывать как положительные, так и отрицательные эмоции, чувства и воспоминания.

нения [4]. Из всех органов чувств только обоняние имеет прямую связь с мозгом. Запахи обладают исключительной способностью мгновенно вызывать яркие автобиографические воспоминания – явление, известное как эффект Пруста [5].

Известно, что ароматические вещества по-разному влияют на организм человека, как психологически, так и физически. Стимулирующие запахи повышают умственную и физическую работоспособность, концентрацию внимания, активность. Адаптогенные приводят нервную систему в порядок: при перевозбуждении снижают частоту пульса и высоту давления, при упадке сил, наоборот, повышают. Запахи могут действовать на все: настроение, самочувствие, работоспособность и даже личную жизнь, работу, бизнес, учебу [6].

Концентрация в крови у людей, принимающих композицию эфирных масел зависит от того, натощак, или после еды принималось внутрь ароматическое вещество. Через 3-4 мин наблюдался пик ароматических веществ в крови около 100 нг/мл, при пустом желудке, тогда как у принимавших эту же композицию веществ в такой же концентрации после еды показали более высокую адсорбцию кровотоком активного компонента (около 400 нг/мл) [2]. Компоненты эфирного масла быстро проникают, захватываются воротной веной и доставляются в печень для переработки, что продолжает обращать на себя внимание, как медиков, так и нутрициологов.

Однако в пищевой промышленности используемые концентрации ароматизаторов существенно ниже терапевтических. При принятых дозировках содержание активного ароматического вещества в продукте составляет обычно 50-70 мг на 1 кг или 1 л, и в этом случае эффект, если его отмечают потребители, прежде всего психологический. Известно также, что сочетание различных запахов в одном продукте может иметь другую направленность, чем раздельное влияние запахов [7].

В контексте данной работы молочнокислый аромат даёт эффект, который не обязательно совпадает с арома-дегустацией чистых эфирных масел. Кроме того, для утренних часов, дневных или вечерних потребители часто выбивают разные ароматы, которые иногда диагностируют как бодрящий, адаптогенный и успокаивающий [6].

В нашем опыте произведено 10 вариантов йогуртов с одним из следующих пищевых ароматизаторов: мята, апельсин, земляника, малина, ежевика, вишня, кактус-инжир, шоколад, кофе, роза.

Эксперимент проводился в утренние часы (в 9-10 часов). Каждому респонденту, являющемуся студентам Вологодской ГМХА было предложено оценить продукт по пятибалльной системе и поставить общую оценку по шкале приемлемости, а затем выбрать 2-3 образца йогурта, наиболее подходящих, по его мнению, для утреннего перекуса. Использовались два вида аффективных тестов: тест на приемлемость и тест на общую привлекательность.

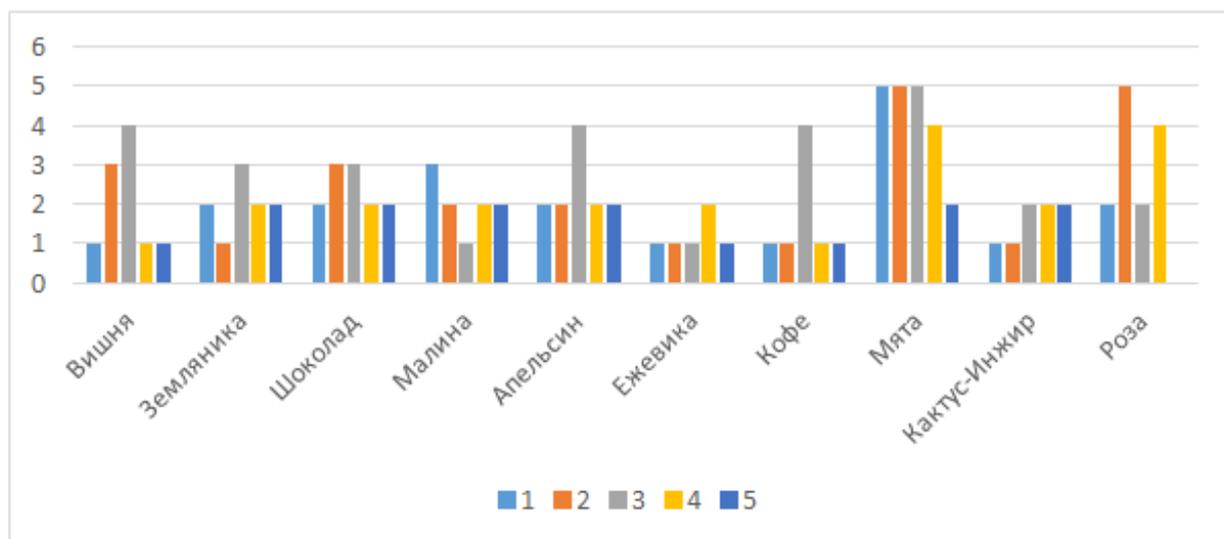


Рисунок 1 – Диаграмма результатов теста на приемлемость

Тест на приемлемость оценивает готовность потребителя «принять» продукт, при этом использовалось шкала приемлемости с 5-ю категориями. На практике такие тесты используют или для оценки новых продуктов, или для продуктов, которые планируется использовать на особых условиях. В эксперименте использовались следующие категории:

1. Продукт отличный для утреннего перекуса
2. Хороший продукт для утреннего перекуса
3. Средний продукт для утреннего перекуса
4. Неприемлемый продукт для утреннего перекуса, но в другое время вполне съедобный
5. Скорее несъедобный лично для меня продукт

Исходя из результата теста на приемлемость (n=5) наибольшее число голосов (рис. 1), как продукт отличный, или хороший для утреннего перекуса получили образцы йогурта с кофе, ежевикой, вишней и с ароматом кактус-инжир.

На рис. 2 представлена диаграмма ароматов йогурта, которые были выбраны среди 2-3 из всех опытных образцов как лучшие для утреннего перекуса (испытание-дуо-трио).

Таким образом, и тест на приемлемость и испытания дуо-трио, проведенные в конкретных условиях эксперимента выявили, что в качестве утреннего перекуса студенты выбрали йогурты с ежевикой, кофе и вишней. Меньшее число потребительских предпочтений, но имеют место быть в 20% случаях, получили йогурты с ароматизаторами кактус-инжир, малина и земляника.

Собственные исследования автора заключаются в обзоре литературы, опытных выработках, организации потребительской оценки образцов и обработке её данных.

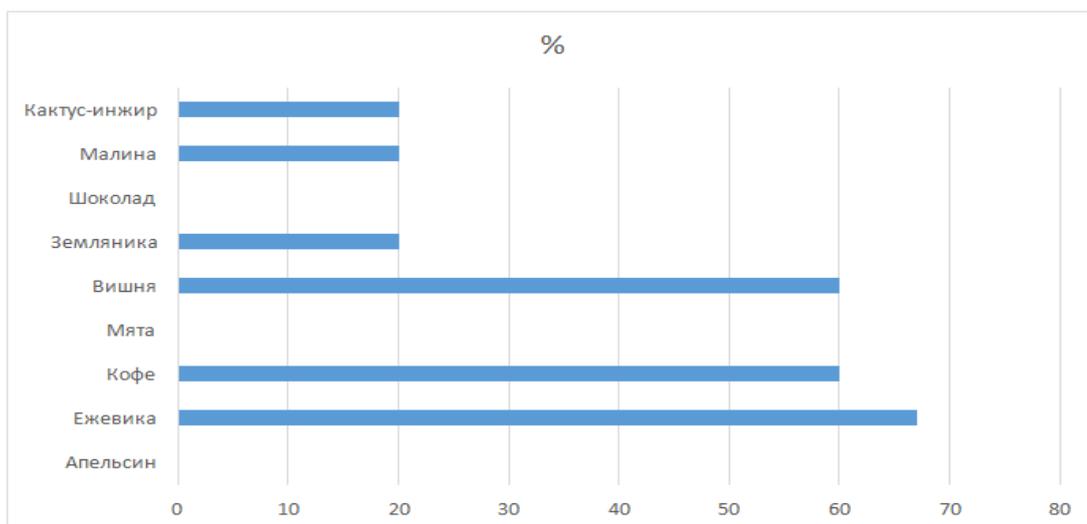


Рисунок 2 – Диаграмма испытания дуо-трио, процент потребительского выбора в качестве утреннего перекуса

Полученные результаты могут быть в дальнейшем использованы для разработки йогуртов, специально предназначенных для утренних часов приёма.

Список литературы

1. Шигина, Е.С. Органолептический анализ продуктов питания: новое в зарубежной и российской экспертизе/ Е.С. Шигина. – Текст: непосредственный // Приоритетные научные направления в XXI веке. Материалы Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 36-40.
2. Приём эфирных масел внутрь. Безопасное использование эфирных масел. Текст: электронный. – URL: <https://www.youtube.com/watch?v=Zj-G82DzfN04&t=12s>
3. Наумова, Н.Л. Оценка качества потребительских характеристик функциональных безалкогольных сокодерживающих напитков / Н.Л. Наумова, В.В. Чаплинский – Текст: непосредственный // АПК России. Вестник ЧГАА. – 2014. – № 70. – С. 160-165.
4. Сальникова, С.В. Ароматехнологии в индустрии гостеприимства / С.В. Сальникова, Е. Е. Коновалова – Текст: непосредственный // Вестник Ассоциации ВУЗов туризма и сервиса. – 2020. – № 2(2). – С. 113-119.
5. Интеллектуальный потенциал вузов – на развитие Дальневосточного региона России и стран АТР: материалы конференции: в 5 томах / под редакцией Т. В. Терентьевой. – Владивосток: ВГУЭС, 2021 – Том 4 – 2021. – С. 278. – Текст: непосредственный.
6. Кокшарова, А.Н. Органолептический анализ уникальных видов сыра / А.Н. Кокшарова, И.С. Полянская. – Текст: непосредственный // Сыроделие и маслоделие. – 2020. – №6. – С. 56-58.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИНГРЕДИЕНТНОГО СОСТАВА МОЛОЧНОГО ПРОДУКТА

*Суворова Мария Юрьевна, студент-магистрант
Куренкова Людмила Александровна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье рассматриваем вопрос современного состояния производства кисломолочных напитков. Представлены результаты патентного поиска и предложен ингредиентный состав для функционального кисломолочного напитка. В качестве молочной основы предложено вторичное молочное сырье – пахта, в качестве наполнителя и функционального ингредиента – выбран сироп черной смородины, и взяты за основу мезофильные молочно-кислые микроорганизмы и пробиотическая культура *Lactobacillus plantarum*.

Ключевые слова: кисломолочные напитки, объем производства, пахта, черная смородина, пробиотическая закваска

В питании людей в последние десятилетия широко распространена недостаточность потребления некоторых нутриентов, таких как витамины и минеральные вещества. Проведенные многочисленные исследования доказывают, что есть такие регионы, в которых выражены недостаточность микро- и макроэлементов, и витаминов. Например, нехватка аскорбиновой кислоты в организме у жителя с Челябинска составляет 70%, а наименьшее содержание В1, В2, В6, а также фолиевой кислоты находятся на уровне 40%, бета-каротин выполняет функцию антиоксиданта, в организме южноуральцев нехватка составляет около 60% [1]. В связи с этим необходимо устранить нехватку по содержанию полноценного белка и микронутриентов в питании, вводя в рацион необходимые витамины и минералы.

В скором времени проведут структурное перераспределение молочной продукции на полярность продукта и спроса, а также на сегменты [2].

Выпуск кисломолочной продукции с января по август 2022 года в сравнении аналогичным периодом 2021 года снизился на 8% – до 1,7 млн. т., что объясняется тем, что в 2022 году стали заменять в питании человека дорогих кисломолочных продуктов (так же йогурт и сметану), и даже творог более дешевым в ценовой категории питьевым молоком. Кроме того, ситуация могла усугубиться некоторыми сложностями с поставками отдельных элементов упаковки (в основном, картона) [3].

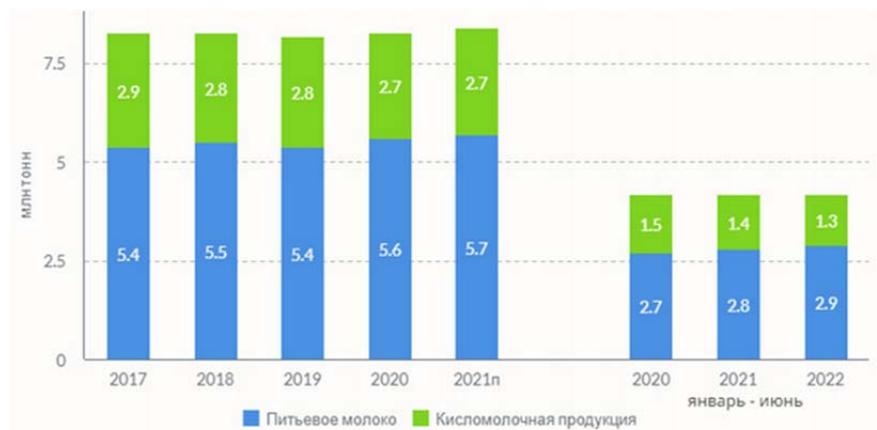


Рисунок 1 – Производство питьевого молока и кисломолочной продукции в РФ [4]

Производство категории йогуртов будут и дальше развивать новинки, потому что будет спрос на полезное питание, вырабатывают новые линейки с функциональными ингредиентами, разрабатывают вкусовые добавки и др.

На рынке в связи со спросом на полезные продукты питания разрабатывают новые национальные молочные напитки (кумыс, тан, айран), увеличивается спрос на новинки, предлагаемые крупнейшими компаниями и российскими холдингами [5]. Возрастает спрос на йогурты и сыры с различными добавками, ожидается выход на рынок инновационных продуктов и усиление конкуренции в ближайшие годы [6].

В настоящее время известны способы производства многих напитков из пахты. Группой авторов предложен кисломолочный напиток из пахты функциональной направленности с растительными наполнителями "ЯБЛОКО+". Он включает в состав яблочное пюре, а также сиропы мелисы и стевии и закваску [7]. Известен способ производства простокваши из пахты. Особенностью продукта является использование комбинированной закваски в состав которой входят *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus durans*, *Enterococcus hira* [8]. Предложен способ получения ферментированного продукта из пахты, в состав которого входит закваска, содержащая *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus* и *Bifidobacterium bifidum*, и наполнитель. Отличительной особенностью напитка является то, что пахту подвергают концентрированию на установке обратного осмоса [9]. Группой авторов предложено производство ферментированного напитка, характеризующегося внесением сахарного сиропа и закваски в состав которой молочнокислые бактерии *Streptococcus thermophilus* и бактерии *Mannheimia succiniciproducens* [10]. Группа авторов предлагает способ производства кисломолочного продукта из пахты. В состав входит мука, закваска и растительная добавка в виде измельченных листьев полыни [11].

Для приготовления разрабатываемого продукта планируется использовать пахту, закваску, содержащую в своем составе пробиотические микроорганизмы, и сироп черной смородины.

Цель работы: теоретически обосновать состав проектируемого кисломолочного продукта с функциональными свойствами.

Таблица 1 – Сравнение витаминно-минерального состава пахты и молока

Нутриент	Содержится в 100 г молока	Содержится в 100 г пахты
Жиры	3,66 г	3,6 г
Белки	3,28 г	3 г
Углеводы	4,65 г	4,8 г
Калорийность	64 кКал	62,5 кКал
Витамины		
В1	0,0 мг	0,04 мг
В2	0,2 мг	0,2 мг
В6	0,0 мг	0,05 мг
В9	5 мкг	5 мкг
С	1,5 мг	1,5 мг
В12	0,4 мкг	0,4 мкг
А	33 мг	0,05 мг
В5	0,3 мг	0,4 мг
Минералы		
Натрий	49 мг	50 мг
Калий	151 мг	146 мг
Фосфор	93 мг	90 мг
Магний	13 мг	14 мг
Кальций	119 мг	120 мг
Медь	0,0 мкг	12 мкг
Железо	0,1 мг	0,006 мг

Пахта повышает работоспособность и умственную активность, облегчает процессы запоминания новой информации, обостряет внимание.

Регулярное употребление продукта восстанавливает клетки печени и препятствует развитию ее ожирения. Полезно его включение в диетическую программу по снижению веса и общему оздоровлению. Поэтому выбираем основное сырье-пахту, так как содержит полезные вещества для организма [12].

Для придания вкуса и наполнения витаминами в качестве наполнителя предлагается использовать черную смородину. Ягоды оказывают положительное воздействие на организм человека.

Содержание в ягодах аскорбиновой кислоты выше нормы дает возможность бороться организму с вирусами, повышает иммунитет. Благодаря витамину С в организме ускоряется процесс регенерации тканей, оказывая влияние на синтез ряда гормонов, так же, участвует в синтезе коллагена, необходимого для роста клеток. Так же положительно влияет на

микроциркуляцию органов зрения.

В составе ягод есть железо, которое помогает организму предотвратить анемию, и вырабатывать гемоглобин. Низкое содержание этого витамина говорит о том, что он находится в дефиците. Влияние на организм можно определить по симптомам: слабость, частое головокружение, головная боль, нарушается сон, выпадают волосы.

Содержание витаминов и минералов в сиропе черной смородины представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Витаминно-минеральный состав сиропа черной смородины

Нутриент	Суточная потребность	Содержится в 100 г
Витамины		
В6, мг	1,8-2,2	0,13
В9, мг	0,2	5
С, мг	70-100	103,9
Е, мг	8-10	0,72
Минералы		
Калий, г, мг	3,5	350
Кальций, мг	800-1000	32
Магний, г, мг	0,4	31
Натрий, г, мг	2,4	32
Фосфор, мг	1600	33
Железо, мг, мкг	0,014	1300
Марганец, мг, мкг	10	600
Медь, мг, мкг	1,25	400
Цинк, мг, мкг	10-15	200

В результате приведенного витаминно-минерального состава, представленного в таблице, можно заключить, что сироп смородины содержит значительное количество витамина С, его содержание в 100 г сиропа составляет 200 % от суточной потребности. А также высокое содержание минералов: калия, железа, марганца меди и цинка, содержание которых в 100 г сиропа суточной нормы.

Потребление ягод влияет на укрепление стенок сосудов, останавливает развитие болезни сердечно-сосудистой системы. Кумарин улучшает циркуляцию крови, предотвращая образование тромбов. Влияние витамина Рутин: увеличивается эластичность сосудов, защита от ломкости и не позволяет развиваться атеросклерозу. Витамины группы В оказывают влияние на работу нервной системы и улучшают память.

При разработке напитка планируется использовать мезофильные молочнокислые микроорганизмы и пробиотическую культуру *Lactobacillus plantarum*.

При производстве в пищевой продукции выбирают культуру по ферментирующим свойствам *Lactobacillus plantarum*, на способность понижать в продукте количество патогенных микроорганизмов, в частности,

бактерий группы кишечной палочки (БГКП) (*Escherichia coli*).

Лактобактерии плантарум обладают высокой антиоксидантной активностью, поддерживают проницаемость кишечника. Бактерии подавляют рост газообразующих бактерий в кишечнике и могут принести пользу лицам, страдающим от синдрома раздраженного кишечника. При употреблении лактобактерий плантарум в кишечнике увеличивается численность другого вида полезных и необходимых для здоровья бактерий – бифидобактерий.

А также лактобактерии плантарум являются важным вспомогательным элементом в терапии депрессии, стрессовых и тревожных состояний, поскольку оказалось, что их применение повышает уровень дофамина (гормон удовольствия) и серотонина (гормон счастья). В этой связи можно заключить, что здоровая бактериальная флора не только предупреждает заболевания ЖКТ, но и поддерживает психическое здоровье [13].

Согласно ГОСТ на ингредиенты пищевые функциональные *Lactobacillus plantarum* является функциональным ингредиентом [14].

Таким образом, можно заключить, что в качестве молочной основы выбираем пахту и наполнитель из черной смородины, в качестве закваски используем мезофильные молочнокислые микроорганизмы и пробиотическая культура *Lactobacillus plantarum*, что позволит получить продукт с заданными функциональными свойствами.

Список литературы

1. Востребованность обогащенных кисломолочных продуктов / Востребованность обогащенных кисломолочных продуктов. – Текст: электронный. – URL: <https://eduherald.ru/ru/article/view?id=14258>
2. Тренды потребления молочной продукции в 2022 году, прогноз на 2023 год / Спрос на продукцию, востребованность на 2023 год. – Текст: электронный. – URL: <https://dzen.ru/a/Y6vQnlm6uHj8GP9P>
3. В России снизилось производство кисломолочной продукции / Производство кисломолочной продукции. – Текст: электронный. – URL: <https://news.milkbranch.ru/2022/10/v-rossii-snizilos-proizvodstvo-kislomolochnoj-produktsii/>
4. Обзор Российского и мирового рынков молока и молочной продукции по состоянию на 2022 год / Производство питьевого молока и кисломолочной продукции в РФ. – Текст: электронный. – URL: http://www.kaicc.ru/sites/default/files/moloko_rf_19.08.2022.pdf
5. Современное состояние и перспективы развития производства и потребления кисломолочных продуктов в России / Производство и потребление кисломолочных продуктов. – Текст: электронный. – URL: https://studbooks.net/1017873/marketing/sovremennoe_sostoyanie_perspektivy_razvitiya_proizvodstva_potrebleniya_kislomolochnyh_produktov_rossii_mordovii

6. Рынок кисломолочных продуктов за 2015-2019 / Исследование кисломолочных продуктов. – Текст: электронный. – URL: <http://ikc.belark.ru/upload/iblock/548/548d37d1d9386905f7d20fb211e489d2.pdf>
7. Патент 2014148847 Российская Федерация, МПК А23С 23/00 / Получение кисломолочного напитка из пахты функциональной направленности с растительными наполнителями "ЯБЛОКО+" / И.А. Скоркина, Е.Н. Третьякова, В.А. Бабушкин, А.Г. Нечепорук; патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Мичуринский государственный аграрный университет" (ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ) – № 2014148847, заявлено 03.12.2014; опубликовано 20.06.2016.– Текст: непосредственный.
8. Патент 2529963 Российская Федерация, МПК А23С 17/02 / Способ производства простокваши из пахты / Б.Г. Цугкиев, Р.Г. Кабисов, А.Г. Петрукович, Э.В. Рамонова, Т.А. Дулаев; патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Горский государственный аграрный университет" – № 2012140624/10, заявлено 21.09.2012; опубликовано 10.10.2014. – Текст: непосредственный.
9. Патент 2413419 Российская Федерация, МПК А23С 21/02 / Способ производства ферментированного напитка / А.Ю. Просеков, И.С. Разумникова, А.В. Крупин, Е.В. Короткая; патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кемеровский технологический институт пищевой промышленности" – № 2009134620/10, заявлено 15.09.2009; опубликовано 10.03.2011. – Текст: непосредственный.
10. Патент 2011122291 РФ, МПК А23С 17/00 / Способ получения ферментированного продукта из пахты / О.В. Белозерова, Н.Г. Острцова, патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Вологодская ГМХА имени Н.В. Верещагина" (RU) – № 2011122291/10, заявлено 01.06.2011; опубликовано 10.12.2012. – Текст: непосредственный.
11. Патент 2270568 РФ, МПК А23С 9/13 / Производство кисломолочного продукта на основе пахты / А.Ф. Абрамов, В.Т. Васильева; заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства Сибирского отделения РАН – № 2004110468/13, 06.04.2004, заявлено 27.09.2005; опубликовано 27.02.2006. – Текст: непосредственный.
12. Пахта, польза для организма, энергетический состав / Химический состав Российских продуктов. – Текст: электронный. – URL: https://vk.com/doc38112355_659809313?hash=25NWoBR6BaJY0q542hcsrSeznmiIYxSigStCnnCWFR4&dl=oRZyYzYSymWWoxNZtGd6Xdl3uMqAGrtJdPndg29HmdP
13. Грунская, В.А. Пробиотические кормовые добавки и продукты на основе молочного сырья: монография // В.А. Грунская, Г.В. Борисова. – Во-

логда-Молочное: ИЦ ВГМХА, 2010. – 97 с. – Текст: непосредственный.

14. ГОСТ Р 52349-2005. Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения. Изменение No 1. – Москва: Стандартинформ, 30 ноября 2010. – 12 с. – Текст: непосредственный.

УДК 338.12

БИОТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЙОГУРТА СО СПИРУЛИНОЙ

*Сузько Ирина Викторовна, студент-бакалавр
Полянская Ирина Сергеевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** йогурт – ферментированный кисломолочный продукт, который с одной стороны, является традиционным и пользующимся спросом у большой части населения, с другой стороны, за счёт возможности использования в рецептуре немолочных добавок, имеет возможность к существенной коррекции состава за счёт введения функциональных биологически активных веществ. Одним из перспективных источников натуральных БАВ является спирулина, биотехнологии производства йогурта из которой посвящена публикация. Цель работы: изучить влияние спирулины на кисломолочный процесс при производстве йогурта. Кисломолочный процесс оценивался по времени сквашивания и количеству пробиотических культур на момент сквашивания.*

***Ключевые слова:** биотехнология пищевых производств, йогурт, спирулина*

Биотехнологии высококачественных, конкурентоспособных биологически полноценных и сбалансированных продуктов питания для здоровья и сохранения народа России, обеспечения продовольственной безопасности РФ являются важнейшей государственной стратегией [1].

В соответствии с ГОСТ Р 57079-2016 «Национальный стандарт Российской Федерации. Биотехнологии. Классификация биотехнологической продукции» в качестве биотехнологической продукции могут выступать: полупродукты, являющиеся сырьем для различных видов промышленности, в частности пищевой (например, стартовые культуры и закваски) и др.

Ферментированные продукты и напитки употребляются на протяжении тысяч лет. В процессе ферментации данные продукты приобретают уникальные вкус, текстуру, внешний вид и функциональность по сравнению с исходными ингредиентами, из которых они вырабатываются [2]. Несмотря на многолетнюю известность, данная категория продуктов высоко ценится и в настоящее время: например, годовой объем продаж только

ферментированных напитков превышает 2 трлн долларов.

Йогурт – ферментированный кисломолочный напиток со сниженным содержанием лактозы. Некоторые люди плохо переносят лактозу, поэтому не могут пить молоко. Проблема непереносимости лактозы, связанная с низким количеством фермента лактазы, вырабатываемого в организме человека, приводит к необходимости исключения из питания молочной продукции. Чтобы этого избежать, производится широкий ассортимент низколактозной молочной продукции, в которой молочный сахар – лактоза посредством фермента разрушается до мономеров – глюкозы и галактозы [3]. На современном этапе потребитель выбирает йогурты, содержащие только натуральные ингредиенты [4].

Для увеличения потребительского спроса необходимо информировать потребителей о полезных свойствах пищевых красителей, которые могут успешно конкурировать с синтетическими по яркости, при этом вносить в продукт дополнительные полезные для здоровья свойства.

Голубая спирулина – морские водоросли, которые ещё с древних времен привлекали внимание человека [5].

Это уникальная голубая водоросль, при употреблении которой происходит интенсивное выведение шлаков и токсинов, а каждая клетка подпитывается ценнейшими, жизненно важными для нее элементами, что способствует омоложению и восстановлению всего организма. В целом, спирулину многие исследователи относят к продуктам, превосходящим по химическому составу многие биологические препараты. Помимо высокого (до 70%) содержания белка, она также содержит витамин В₁₂ и β-каротины. У спирулины отсутствуют клеточные стенки из целлюлозы, поэтому она легко усваивается [6].

Влияние добавки спирулины в пищевые продукты обогащает их растительными красителями хлорофиллом и фикоцианом, а также витаминами группы В и К, железом и магнием в органической форме, селеном, редкоземельными биоэлементами, ферментами, линолевой и линоленовой кислотами [7, 8].

В ходе опыта были произведены образцы йогурта с использованием добавки голубой спирулины в количестве 0,2% и 1%. Образцы без спирулины – контроль.

Влияние добавки спирулины на молочнокислый процесс оценивали по энергии кислотообразования, характеризующей активность сбраживания лактозы и определяемой по времени образования сгустка в молоке (для этого титруемая кислотность должна быть около 60°Т, что соответствует уровню рН изоэлектрической точки казеина) при внесении 5% закваски [9].

Проводили также исследование количества клеток кисломолочных культур на момент сквашивания методом посева в стерильное молоко и подсчёта наиболее вероятного числа клеток. Результаты анализа представ-

лены на рис. 1 и 2.

Как показал эксперимент, использование спирулины в составе йогурта сокращает технологический процесс на 1-2 часа, при этом количество молочнокислых микроорганизмов на момент сквашивания продукта было одного порядка.

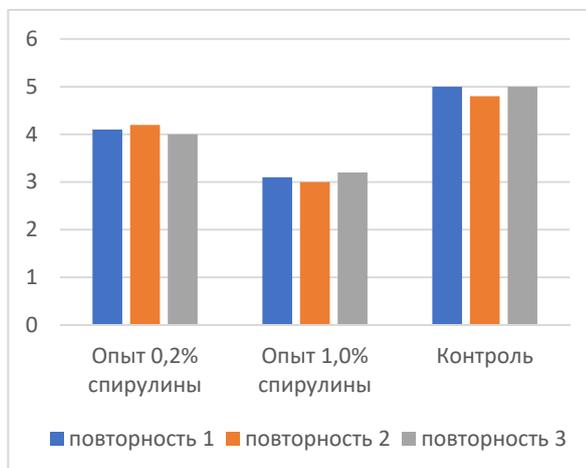


Рисунок 1 – Время сквашивания образцов йогурта

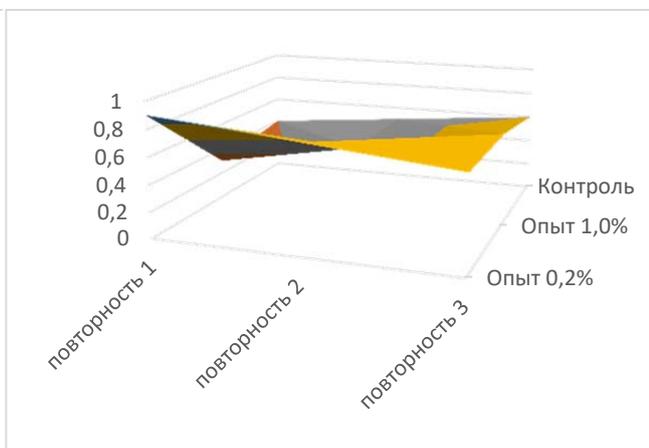


Рисунок 2 – Количество клеток молочнокислых культур на момент сквашивания, $\times 10^8$

Йогурт является не полупродуктом, а готовым к употреблению, что по новому определению не может считаться биотехнологической продукцией, но является продуктом, произведенными с использованием биотехнологии. При этом биотехнология производства йогуртов нового поколения предусматривает использование таких стартовых культур, которые обладают уникальными свойствами пробиотиков с многоуровневым действием, метабиотическими или постбиотическими свойствами.

Такой йогурт может в дальнейшем быть использован для производства ферментированного кисломолочного мороженого, обогащённого натуральными ингредиентами спирулины.

Список литературы

1. Серба, Е.М. Актуальные направления пищевой биотехнологии для повышения качества и хранимоспособности продуктов питания / Е.М. Серба. – Текст: непосредственный // Пищевая промышленность. – 2018. – №6. – С. 8-10.
2. Фролова, Ю.В. Российский рынок ферментированных напитков на основе чайного гриба / Ю.В. Фролова. – Текст: непосредственный // Вопросы питания. – 2022. – Т. 91. – № 3. – С. 115-118.
3. Васильев, И.В. Производство йогуртов / И.В. Васильев, О.А. Матвеева. – Текст: непосредственный // Молочная перезагрузка. – 2023. – №2. – С. 38-41.
4. Канина, К.А. Влияние углеводного состава на технологию производства

низколактозного йогурта / К.А. Канина, Н.А. Жижин, А.И. Горлова. – Текст: непосредственный // Молочная промышленность. – 2022. – №12. – С. 24-26.

5. Исследование пигментов сине-зеленой водоросли спирулины платенсис для практического использования в технологиях кондитерских изделий / Т.К. Каленик, Е.В. Добрынина, В.М. Остапенко [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2019. – № 2. – С. 170-176.

6. Петрова, Я.С. Влияние порошка спирулины на показатели качества пирожного макарон / Я.С. Петрова. – Текст: непосредственный // Научные записки ОрелГИЭТ. – 2020. – № 1. – С. 39-41.

7. Болкунов, П.С. Теоретические и прикладные аспекты применения комплекса растительного происхождения «спирулина-лён» в технологии функционального мороженого / П.С. Болкунов, А.В. Мамаев // Вестник аграрной науки. – 2017. – № 2. – С. 119-124. – Текст: непосредственный.

8. Кедик, С.А. Спирулина – пища XXI века. / С.А. Кедик, Е.И. Ярцев, Н.В. Гульятеева. – Москва: «Фарма Центр», 2006. –166 с. – Текст: непосредственный.

9. Рябцева, С.А. Микробиология молока и молочных продуктов: учебное пособие для вузов / С.А. Рябцева, В.И. Ганина, Н.М. Панова. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 192 с. – Текст: непосредственный.

УДК 637.138

ПРОИЗВОДСТВО КИСЕЛЯ НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

*Тарутина Кристина Николаевна, студент-магистрант
Куренкова Людмила Александровна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** в статье рассмотрен вопрос переработки молочной сыворотки и предложен кисель на основе сыворотки. Представлена информация о пищевой ценности регионального растительного сырья – клюквы и брусники, предложены варианты рецептур киселя. Описаны результаты органолептической оценки полученных образцов продукта.*

***Ключевые слова:** молочная сыворотка, кисель на основе сыворотки, клюква, брусника, органолептические показатели*

С условиями санкций производство сыров получило значительное развитие, что привело к резкому возрастанию объемов производства сыворотки. Кроме того, развитие молочной отрасли для достижения продовольственной безопасности характеризуется ростом производства творога. При

выработке указанных продуктов получается порядка 70-80 % сыворотки, являющейся ценным вторичным сырьем. Сыворотка является, главным образом, источником лактозы, содержание которой составляет более 70% от массы сухих веществ [1].

Важное место в числе компонентов сыворотки занимают сывороточные белки, главные из которых β -лактоглобулин и α -лактальбумин, являются источником незаменимых аминокислот. Кроме того, сыворотка содержит минеральные соли и витамины [2].

Несмотря на значительный рост объемов переработки сыворотки, они по-прежнему не совпадают с объемами ее производства, что позволяет говорить о том, что поиск новых путей переработки сыворотки и разработка новых продуктов на ее основе являются актуальным направлением исследования [1].

Основным направлением переработки сыворотки является получение сухих продуктов таких как концентраты сывороточных белков и лактоза. Однако организация их производства сопряжена с такими сложностями как оснащение производственных площадей дорогостоящим и крупногабаритным оборудованием, большие энергозатраты, сложность технологии и т.д. Еще одно направление переработки сыворотки – это производство напитков. Его доля рынка невелика, составляет порядка 1 %, однако отмечается тенденция к росту. Напитки на основе сыворотки – это очень привлекательная ниша [3]. В настоящее время актуальным остается вопрос использования сырья отечественного производства.

Целью работы является разработка киселя на основе сыворотки с добавлением регионального растительного сырья. Разработка продукта позволит расширить ассортимент напитков на основе сыворотки, организовать переработку сыворотки на любом предприятии, где она получается в качестве вторичного молочного сырья.

Для выработки опытных образцов продукта были выбраны следующие ингредиенты:

- сыворотка творожная;
- сок ягод клюквы;
- сок ягод брусники;
- сахар белый.

Выбор ягод обосновывается тем, что они произрастают в Вологодской области, являются источником большого количества полезных веществ. Пищевая ценность ягод представлена в таблице 1, а содержание в них витаминов и минералов в таблице 2.

На основании данных представленных в таблице можно заключить, что наиболее богаты выбранные ягоды такими витаминами как С, А, Е и минералами Са, Mg, P, K, Na. Это дает основание предположить, что введение их в состав киселя позволит повысить пищевую ценность продукта в сравнении с аналогами.

Таблица 1 – Пищевая ценность ягод на 100 г [4]

Вещества	Брусника	Клюква
Белки, г	0,7	0,46
Жиры, г	0,5	0,13
Углеводы, г	8,2	11,9
Вода, г	86	87
Зола, г	0,2	0,12
Клетчатка, общая диетическая	3,6 г	2,5
Калорийность, ккал	46	46

Таблица 2 – Содержание витаминов и минералов в 100 г ягод клюквы и брусники

Наименование	Клюква	Брусника
Витамины		
Витамин С	14 мг	15
Витамин В1	0,012 мг	0,01
Витамин В2	0,02 мг	0,03
Витамин В3	0,101 мг	0,2
Витамин В4	5,5 мг	
Витамин В5	0,295 мг	
Витамин В6	0,057 мг	
Витамин А	3 мкг	8
Каротин, бета	38 мкг	50
Витамин Е	1,32 мг	1
Минералы в 100 г		
Кальций, Са	8 мг	25
Железо, Fe	0,23 мг	0,4
Магний, Mg	6 мг	7
Фосфор, P	11 мг	16
Калий, К	80 мг	90
Натрий, Na	2 мг	7
Марганец, Mn	0,267 мг	

В лабораторных условиях было произведено пять образцов продукта с добавлением сока брусники и клюквы в соотношении 1:1 в диапазоне от 5 до 35 % с шагом в 10 %. Использовалась творожная сыворотка с титруемой кислотностью 77°Т. Сахар вносили в количестве 10 %, такая дозировка была выбрана на основании предварительных исследований.

Для формирования консистенции, характерной для киселя, использовали крахмал. В полученных образцах продукта были определены органолептические показатели (таблица 3).

Таблица 3 – Органолептическая оценка

№ образца	Массовая доля сока ягод, %	Показатели		
		Внешний вид и цвет	Консистенция	Вкус и запах
1	5	Бледно розовый	Слегка густая, однородная по всей массе. Возможно появление тонкой пленки на поверхности продукта	Вкус кисло-сладкий, вкус и запах ягод не выражен
2	15	Розовый		Вкус кисло-сладкий, вкус ягод более выраженный, слабовыраженный запах брусники
3	25	Насыщенный брусничный		Вкус кисло-сладкий, вкус насыщенный, характерный ягодный, более выраженный брусничным. запах ягод
4	35	Насыщенный брусничный		Вкус кисло-сладкий, вкус более насыщенный, характерный ягодный, более выраженный брусничным. запах ягод

По результатам органолептической оценки наибольшее количество баллов получил образец под номером 4, так он обладает наиболее приятными вкусовыми свойствами, соответствующими ожидаемым. В образце № 5 были определены некоторые физико-химические показатели, они представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Физико-химические показатели образца продукта

Наименование продукта	Показатель	Значение
Кисель на основе сыворотки	Жир, %	0,38
	Сухие вещества, %	18,85
	Белок, %	2,96
	Кислотность, °Т	89

На основании полученных данных можно заключить, что добавление 35 % сока ягод брусники и клюквы в соотношении 1:1 позволяет получить продукт с желательными органолептическими свойствами. Технология производства и рецептура продукта требуют дальнейшей доработки, так как титруемая кислотность готового продукта составляет 89 °Т, что не соответствует ожидаемому результату.

Список литературы

1. Значение молочной сыворотки для здоровья человека. – Текст: электронный. – URL: <https://scienceforum.ru/2014/article/2014005062>
2. Короткий, И.А. Современные тенденции в переработке молочной сыворотки / И.А. Короткий, И.Б. Плотников, И.А. Мазеева – Текст: электронный // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – № 2. – С. 227-234.
3. Как развивается рынок сывороточных напитков в России. – Текст: элек-

тронный. – URL: <https://milknews.ru/longridy/obzor-rynka-syvorotochnih-paritkov.html>

4. Калорийность брусники и полный состав (40+ нутриентов). – Текст: электронный. – URL: <https://edaplus.info/composition-calorie/cowberry-berry.html>

УДК 633.13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ β -ГЛЮКАНОВ В ОВСЕ И ПРОДУКТАХ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

*Федоров Никита Игоревич, студент-бакалавр
Хайдукова Елена Вячеславовна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

***Аннотация:** проведено количественное определение β -глюканов в зерне овса и продуктов его переработки.*

***Ключевые слова:** β -глюканы, мука, отруби, хлопья, толокно*

Рацион питания современного человека характеризуется дисбалансом основных питательных веществ и недостатком некоторых микронутриентов. Физиологически важными компонентами являются пищевые волокна, которые представляют биополимеры углеводной природы, входящие в состав клеточных стенок растительного сырья. Они не усваиваются в организме, но регулируют пищеварение и обмен веществ.

Наиболее перспективными пищевыми волокнами являются β -глюканы – полисахариды, структурным мономером которых является β -глюкоза с гликозидными связями 1-3 и 1-6. Эти высокомолекулярные углеводы влияют на работу желудочно-кишечного тракта, снижают уровень холестерина, регулируют содержание глюкозы в крови, так как способны образовывать вязкие гели и тем самым тормозят всасывание этих веществ. Кроме того, β -глюканы изменяют реологические показатели продуктов и придают им новые свойства: плотная консистенция, повышенная вязкость, устойчивость к синерезису [1].

Источником β -глюканов являются растения семейства Мятликовые: овес, ячмень, пшеница, рожь, кукуруза. Зерновые культуры и продукты их переработки активно используются при производстве молочных, мясных и рыбных продуктов с целью повышения пищевой ценности и придания функциональных свойств этим продуктам. В настоящее время содержание β -глюканов в продуктах не нормируется, но рекомендуемое суточное потребление для достижения физиологического эффекта должно быть не менее трех грамм [2]. Таким образом, изучение содержания β -глюканов в зерновых является актуальным.

Цель исследования: определить содержание β -глиуканов в зерне овса и продуктах его переработки для обогащения функциональным компонентом продуктов питания.

Задачи исследования: определение количественного содержания β -глиуканов в зерне овса и продуктах его переработки и проведение сравнительного анализа.

Объект исследования: зерно овса и продукты его переработки.

Методы исследования: гравиметрический.

Зерно овса и продукты его переработки являются широко используемыми в пищевой промышленности. Питательная ценность этих продуктов обусловлено их нутриентным составом: высокое содержание белков, в составе жиров ненасыщенные кислоты, углеводы представлены крахмалом и пищевыми волокнами, в том числе β -глиуканами, богатый витаминный и минеральный состав [3]. Содержание нутриентов представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание нутриентов (г/100г)

Продукт	Белки	Жиры	Углеводы	Пищ.волокна
Зерно овса	10,0	6,3	55,1	10,0
Мука овсяная	12,0	7,0	63,0	4,5
Отруби овсяные	17,8	6,9	51,8	14,0
Хлопья овсяные	12,3	6,2	61,8	6,8
Толокно	12,0	6,5	63,0	4,0

К продуктам переработки зерна овса относят муку, отруби, хлопья. Толокно, овсяный сироп. Муку получают измельчением зерна до порошкообразного состояния. Отруби являются побочным продуктом мукомольного производства, это твердая оболочка зерна, в углеводном компоненте преобладают пищевые волокна. Хлопья овсяные представляют пропаренные и расплющенные зерна овса. Толокно – вид овсяной муки, в которой в результате технологической обработки весь крахмал находится в виде декстринов. Овсяный сироп получают путем ферментации зерен овса, так как в них содержится крахмал, то под воздействием ферментов он превращается в сладкий сироп, основным компонентом которого является мальтоза.

По данным таблицы 1 видно, что в результате переработки зерна овса в продуктах увеличивается содержание белка, основная масса пищевых волокон переходит в отруби.

Количественное определение β -глиуканов проводили гравиметрическим методом по [4]. По данной методике выделение β -глиуканов проходит в несколько этапов: экстракция этиловым спиртом, затем щелочная экстракция, взаимодействие с фосфорновольфрамовой кислотой, в результате чего проходит осаждение большей части белков, жиров, клетчатки. Затем смесь центрифугируют, полученную надосадочную жидкость, содержа-

щую β -глюканы, аминокислоты, простые сахара, экстрагируют этиловым спиртом. При этом β -глюканы всплывают в виде сгустка волокон. В дальнейшем их извлекают из спирта, высушивают до постоянной массы, взвешивают и рассчитывают процентное содержание в продукте в пересчете на сухое вещество.

Результаты исследований представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Содержание β -глюканов (%)

Продукт	β -глюкан
Зерно овса	4,50
Мука овсяная	3,84
Отруби овсяные	9,83
Хлопья овсяные	4,17
Толокно	3,20

В результате проведенных исследований установлено, что все продукты являются источником β -глюканов. Наиболее высокое содержание этого функционального компонента в отрубях овсяных, что полностью соответствует особенностям строения, способам обработки и химическому составу овса и продуктов его переработки. При технологической обработке зерна алейроновый слой переходит в отруби, так как входит в состав оболочек. По данным [2] содержание β -глюканов в алейроновом слое больше, чем в эндосперме.

Использование овса и продуктов его переработки позволит придать различным многосоставным продуктам функциональные свойства и регулировать реологические показатели.

Список литературы:

1. Школьникова, М.Н. Применение концентратов β -глюканов из различных сырьевых источников в качестве пищевых добавок. Обзор / М.Н. Школьникова, А.С. Пономарев. – Текст непосредственный // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. – 2021. – Т.10. – №2(54). – С. 109-112.
2. Манжиева, Б.С. Исследование содержания β -глюканов в некондиционном зерне злаковых / Б.С. Манжиева, Н.Ю. Шарова. – Текст непосредственный // Пищевые ингредиенты России 2019: материалы Международной научно-практической конференции. – 2019. – С. 77-80.
3. Забегалова, Г.Н. Исследование влияния влагосвязывающей способности муки злаковых и бобовых культур на свойства кисломолочного сгустка / Г.Н. Забегалова, Е.В. Хайдукова, А.М. Ермолина. – Текст непосредственный // Молочнохозяйственный вестник. – 2020. – №2 (38). – С. 169-179.
4. Попов, В.С. Гравиметрический метод количественного определения растворимых β -глюканов в зерне овса / В.С. Попов, И.Н. Перчук, В.И. Хорева. – Текст непосредственный // Биотехнология и селекция растений. – 2021. – №4 (1). – С. 5-12.

УДК 663.674:664.83:634.22

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ НОВОГО МОРОЖЕНОГО СО СВЕКЛОЙ И ЧЕРНОСЛИВОМ

*Христенко Екатерина Ивановна, студент-бакалавр
Неронова Елена Юрьевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: проанализированы функциональные свойства свеклы, чернослива

Ключевые слова: мороженое, столовая свекла, чернослив

На кафедре технологии молока и молочных продуктов в Вологодской ГМХА осуществляется разработка технологии мороженого с овощными наполнителями, в том числе со свеклой и черносливом.

Столовая свекла обычным образом используется в профилактическом и лечебном питании благодаря тому, что в ее составе ценных микро-нутриентов: Fe, Co, Cu, Zn, витамина С, фолиевой кислоты, они, в свою очередь, играют важную роль в процессе кроветворения.

Разработка продуктов питания, которые будут специально направлены для профилактики железодефицитной анемии с использованием доступного растительного сырья достаточно перспективна [1].

Пищевые волокна, которые присутствуют в свекле в большом количестве, облегчают передвижение пищи по кишечнику, усиливают его перистальтику, активизируют выделение желчи железистыми клетками печени [2].

Блюда из свеклы уместны в любое время года. Свекла – довольно сладкий корнеплод с приятным легким привкусом остроты, который нейтрализует приторную сладость. Помимо широко известных блюд – борща и винегрета, из свеклы можно приготовить огромное количество других блюд, которые будут не менее полезны, а некоторые даже принесут больше пользы для здоровья человека. Из свеклы готовят различные салаты и закуски, также основные блюда и супы, напитки и даже существует свекольное тесто для кексов. Свеклу можно запечь, потушить, обжарить и употреблять в сыром виде.

Однако, в молочной отрасли свекла используется крайне редко или вообще не используется. Поэтому добавление свеклы к классическому сливочному мороженому считается новшеством.

Чернослив, используемый в качестве функциональной добавки, имеет прекрасный вкус, а также обладает многосторонними целебными свойствами, которые обусловлены содержанием в сливе полезных веществ, практически полностью сохраняющихся в процессе сушки [3].

Чернослив имеет богатый витаминно-минеральный состав. В 100

граммах продукта содержится: 0,06 мг бета-каротина, 10 мкг витамина А, 0,02 мг витамина В1, 0,1 мг витамина В2, 3 мг витамина С, 1,8 мг витамина Е, 1,7 мг витамина РР, витаминов В5 и В6 – 0,42 мг и 0,2 мг соответственно, 4 мкг витамина В9, а витамина К – 59,5 мкг.

Минеральный состав чернослива следующий: калия – 35 %, меди – 28 %, магния – 26 %, железа – 21 %, марганца – 18 %, кальция и фосфора по 8 %, цинка – 4 %, а натрия и селена по 1 % [4].

Наиболее известное свойство чернослива – оказание слабительного эффекта на организм человека. Чернослив является ценнейшим источником пищевых волокон, в том числе и нерастворимых. Клетчатка играет важную роль в регуляции деятельности ЖКТ, позволяет снизить риск развития желудочно-кишечных заболеваний, улучшает перистальтику кишечника, что нормализует работу при запорах [2].

Высокое содержание калия в черносливе благотворно сказывается на сердечно-сосудистой и костной системах, нормализует работу сердца, а также участвует в нормализации водно-солевого баланса организма. Этот элемент способствует проведению и передаче нервных импульсов, что благотворно сказывается на деятельности головного мозга. Калий влияет на сокращение скелетных мышц.

Кальций, который присутствует в плодах, развивает и укрепляет костные ткани. Этот элемент необходим для формирования костной ткани зубов, правильной работы сердца и скелетной мускулатуры.

Витамин А, находящийся в черносливе, благотворно воздействует на зрение, поддерживает процесс роста человека и формирования скелета, участвует в процессе формирования и обновления жировых отложений, обмене веществ. Этот витамин защищает организм от свободных радикалов, способствует заживлению тканей.

Витамины группы В способствуют нормальному функционированию нервной и пищеварительной систем, помогают организму справиться со стрессом и поддерживать оптимальный уровень сахара в крови, отвечают за энергетический обмен. Они поддерживают иммунную систему и участвуют в делении клеток.

Витамин С – это один из наиболее эффективных антиоксидантов, уменьшает воздействие свободных радикалов на клетки организма. Он участвует в процессе образования коллагена. Аскорбиновая кислота регулирует свертывание крови и нормализует проницаемость стенок мелких кровеносных сосудов, она помогает при устранении воспалительного процесса и способствует предотвращению аллергии.

Витамин РР благоприятно воздействует на состояние кровеносных сосудов, а также снижает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Он регулирует количество холестерина в крови, участвует в синтезе белков, жиров, углеводов, а также в обменных реакциях и энергетических процессах клеток.

Витамин Е помогает кислороду добраться до клеток, защищая при этом эритроциты. Этот витамин участвует в свертываемости крови и регенерации тканей. Вдобавок он положительно влияет на зачатие и снижает риск выкидышей и патологий. Витамин Е повышает эластичность и упругость тканей, улучшает состояние кожи и волос, а также способствует укреплению иммунитета [5].

Рецептура нового мороженого со свеклой и черносливом будет с использованием только природных сахаров.

С учетом того, что в состав мороженого будут входить свекла и чернослив, в которых содержатся пищевые волокна, можно предположить, что продукт будет ими богат.

Планируется, что в рецептуру продукта будет входить не менее 15% от суточного потребления пищевых волокон. Согласно ГОСТ Р 55577-2013 «Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности» – содержание каждого пищевого или биологически активного вещества в 100 г пищевого продукта должно составлять не менее 15% от уровня рекомендуемого суточного потребления. Также «Пищевой продукт является источником пищевых волокон при условии, если продукт содержит по крайней мере 3 г волокон на 100 г.» [6].

Список литературы

1. Кургузова, К.С. Исследование химического состава ботвы столовой свеклы как сырья для продуктов питания функционального назначения / К.С. Кургузова, Г.М. Зайко, Е.А. Мищенко. – Текст: непосредственный // Известия вузов. Пищевая технология. – 2012. – № 1. – С. 24-26.
2. Котова, Ю.Н. Разработка рецептур мороженого со свеклой и малиной, со свеклой и черносливом / Ю. Н. Котова, Е.И. Христенко, Н.Ю. Неронова. – Текст: непосредственный // Передовые достижения науки в молочной отрасли: Сборник научных трудов по результатам работы IV Международной научно-практической конференции, посвящённой дню рождения Николая Васильевича Верещагина: материалы конференции. – Вологда: ВГМХА им. Н.В. Верещагина, 2022 – Часть 1 – 2022.
3. Зайцев, В.Б. Сухофрукты – лекарства от 100 болезней. Чудо-доктор / В. Б. Зайцев. – Москва: РИПОЛ Классик, 2013. – 110 с. – Текст: непосредственный.
4. ГОСТ 32896-2014. Фрукты сушеные. Общие технические условия: Межгосударственный стандарт: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 20 августа 2014 г. № 924-ст: введен впервые: дата введения 2016-01-01 / разработан Государственным научным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт консервной и овощесушильной промышленности» Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ «ВНИИКОП» Россельхозакадемии). – Москва: Стандар-

тинформ. 2015, 2019. – Текст: непосредственный.

5. Васильева, Е.А. Влияние чернослива как функционального ингредиента на качество, безопасность и экономическую эффективность производства рубленых полуфабрикатов / Е.А. Васильева, З.И. Лавренова, Н.Е. Назарова. – Текст: непосредственный // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 4. – С. 16-21.

6. ГОСТ Р 55577-2013. Продукты пищевые функциональные. Информация об отличительных признаках и эффективности: национальный стандарт Российской Федерации: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 06 сентября 2013 г. № 852-ст: введен впервые: дата введения 2015-01-01 / разработан коллективом специалистов Федерального государственного бюджетного учреждения «Научно-исследовательский институт питания» Российской академии медицинских наук (ФГБУ «НИИ питания» РАМН). – Москва: Стандартинформ. 2014. – Текст: непосредственный.

УДК 637.1:613.2

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ЖЕНЩИН, ГОТОВЯЩИХСЯ К МАТЕРИНСТВУ

*Христенко Екатерина Ивановна, студент-бакалавр
Неронова Елена Юрьевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: необходимо разработать специализированные продукты для женщин, готовящихся стать мамами

Ключевые слова: специализированные продукты, здоровое питание, будущие родители, планирование беременности

Для различных групп населения предлагаются специализированные продукты: для спортсменов, пожилых людей, беременных женщин и кормящих матерей, то есть. Среди специализированных продуктов есть продукция различных отраслей, в том числе и молочной – это творог и творожные изделия, цельномолочные и кисломолочные напитки, продукты на основе сыворотки [1].

Специализированное и сбалансированное питание играет важную роль в жизни тех людей, для которых она предназначена. При этом необходимо поднимать тему здорового питания для тех, кто собирается стать родителями.

Анализ литературных и научных источников, показал, что эта тема не была затронута и изучена. Стать родителями это важный шаг в жизни

каждого человека, и самое главное - родить здоровых детей. Поэтому необходимо разработать технологию изготовления продуктов питания для будущих родителей. В основу этой технологии должны закладываться принципы здорового и правильного питания.

Питание будущих родителей означает отказ от фастфуда, продуктов с большим содержанием консервантов, вкусовых добавок и ароматизаторов, жирных продуктов и копченостей. Помимо всего прочего стоит исключить и спиртные напитки.

В рацион необходимо включать свежие фрукты, овощи, йогурты, творог и другие молочные продукты, также нужна пища, богатая белком и «правильными» жирами. От полуфабрикатов или готовых блюд, прошедших серьезную обработку, следует отказаться [2].

Организм женщины после зачатия будет питать и мать, и дитя и будущей маме готовиться следует заранее, для того чтобы развитие беременности проходило успешно. Правильного рациона питания нужно будет придерживаться и после родов. Меню должно быть обогащено фолиевой кислотой, витаминами группы В, А, С, D, Е. Это очень важно, поскольку дефицит того или иного элемента может негативно сказаться не только на здоровье женщины, но и на развитии плода в утробе [3].

Если подготовить свой организм, посредством правильного питания – зачатие, беременность и роды пройдут без осложнений [4].

Планирование беременности включает употребление фолиевой кислоты. Данная кислота присутствует в листовых овощах и свежей зелени, грецких орехах, печени, икре, желтке, бобовых. Женскому организму, помимо всего прочего, также необходим витамин А – он присутствует, в большей степени, в абрикосах, капусте, моркови, укропе, болгарском перце.

Для обогащения организма витамином В1, необходимо включить в рацион картофель, свеклу, редьку, крупы, миндаль. Витамин В2 есть в молоке, печени, яйце, бобовых и именно эти продукты во многом помогают скорейшему зачатию и благополучному развитию беременности.

Желательно употреблять продукты с витамином В2 ежедневно, витамин С делает организм сильнее и укрепляет иммунитет. Витамин С содержится в больших количествах в петрушке, черной смородине, облепихе, цитрусовых, брюкве. Витамин Е преобладает в растительных маслах, черносливе, шиповнике, орехах. Чтобы гарантировать поступление в организм витамина D, нужно употреблять больше рыбных продуктов.

Вышеперечисленные продукты созданы природой, они не являются специализированной продукцией. Главная задача заключается в том, чтобы создать продукт и обогатить его комплексом витаминов и микроэлементов и сделать его специализированной пищей для отдельной категории граждан.

В материалах научных статей, патентов и публикаций, не было обнаружено разработок в области создания продуктов для потенциальных ро-

дителей. В журнале «Технология» в статье Бирюковой З. А. «Специализированное питание для беременных и кормящих мам» имеются материалы о питании беременных и кормящих женщин, в качестве примера приводится продукт ОАО «Иркутский масложиркомбинат» молоко питьевое ультрапастеризованное для питания беременных и кормящих женщин под ТМ «ЯНТА» «Для будущих и кормящих мам» [5].

Особо отметим, что при планировании беременности, в первую очередь, следует пройти обследование и выявить чего же не хватает организму. И только после этого нужно пересмотреть свой рацион питания, добавив продукты с содержанием тех элементов, в которых ощущается нехватка.

Правильное питание людей, которые хотят завести детей, позволит подготовить организм к зачатию и поспособствует вынашиванию здорового малыша.

Выработка специализированного продукта для потенциальных родителей займет достойную нишу в пищевой биотехнологии.

На кафедре технологии молока и молочных продуктов Вологодской ГМХА начата разработка продуктов для тех, кто готовится стать родителями.

Таким образом, можно заключить, что существует множество специализированной продукции для спортсменов, пожилых людей, беременных и кормящих матерей, однако продукция для будущих родителей также важна и уникальна, и следует начать разрабатывать и производить такие продукты.

Список литературы

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021-2011 О безопасности пищевой продукции. – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560>
2. Планирование беременности: основы правильного питания. – Текст: электронный. URL: https://medaboutme.ru/articles/planirovanie_beremennosti_osnovy_pravilnogo_pitaniya/ – Текст: электронный.
3. Современное состояние биотехнологии. – Текст: электронный. – URL: <https://studfile.net/preview/16473643/page:13/>
4. Питание при подготовке к беременности. – Текст: электронный. – URL: <https://plan-baby.ru/statyi/pitanie-pri-podgotovke-k-beremennosti/>
5. Бирюкова, З.А. Специализированное питание для беременных и кормящих мам / З.А. Бирюкова. – Текст: непосредственный // Переработка молока: отраслевой специализ. журнал. – 2013. – N 3. – С. 36-38. – Текст: непосредственный.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА СЫРОВ, ОБОГАЩЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ ПИЩЕВЫМИ ДОБАВКАМИ И НУТРИЕНТАМИ

*Шарыгина София Александровна, студент-магистрант
Габриелян Дина Сергеевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: в статье приведен обзор различных видов сыров, включающих в себя всевозможные пищевые добавки и нутриенты: пылевых клещей, пепел, железо, брусника и т.д. Приведены исследования различных институтов в области обогащения сыров и увеличения их пищевой ценности.

Ключевые слова: сыр, биологическая и пищевая ценность, макро- и микроэлементы

Современный ритм жизни, неправильное питание, постоянные стрессы, загрязнение окружающей среды – факторы, негативно сказывающиеся на организме человека, на защитных функциях иммунитета и на состоянии желудочно-кишечного тракта. Поэтому так важно, чтобы продукты питания имели сбалансированный физико-химический состав и решали проблему нехватки тех или иных микро- и макроэлементов в питании человека [1].

Одним из самых сбалансированных с этой точки зрения продуктов является сыр. Пищевая ценность сыра определяется высоким содержанием в нем белка, молочного жира, а также минеральных солей и витаминов в хорошо сбалансированных соотношениях и легкоперевариваемой форме. В 100 г сыра содержится 20-30 г белка, 32-33 г жира, около 1 г кальция, 0,8 г фосфора. В сыре содержится большое количество свободных аминокислот, в том числе все незаменимые [2].

В современном мире обычным сыром никого не удивишь. В настоящее время в продаже появляется все больше новых, необычных его видов. Новые формы, необычные добавки, уникальный цвет и аромат. Сделав обзор самых нестандартных видов сыров с самыми неожиданными добавками, можно выделить несколько из них. Например, известен сыр «Casu Marzu» или «гнилой сыр». Это один из самых отвратительных итальянских деликатесов. В процессе приготовления с головки сыра срезается верхняя часть, и он помещается на открытом воздухе, после чего начинается процесс гниения и в нем заводятся личинки, которые едят сыр и оставляют после себя экскреции переваренных белков, жиров и сахаров. Есть сыр положено именно с живыми личинками, чтобы прочувствовать весь острый и специфический вкус.

Интересен своим составом сыр «Clawson Stilton Gold» или «Золотой

сыр» – один из самых дорогих сортов сыра Великобритании, созданный с добавлением золотого ликера и съедобного золота. Данный вид сыра является элитным и очень дорогим, но несмотря на это, пользуется в Великобритании большим спросом.

Не меньшее удивление своим составом вызывает сыр «Milbenkase». Особенностью этого сыра является то, что в процессе приготовления в подготовленную творожную массу запускают пылевых клещей, выделяющих энзимы. По истечении времени (12 месяцев), сыр полностью чернеет и приобретает горьковатый привкус. Сыр едят вместе с клещами и, считается, что он обладает целительными свойствами.

«Пепельный сыр» – довольно молодой вид американского сыра. Главной его особенностью является то, что в процессе приготовления в состав добавляется пепел. Сыр имеет темный цвет и обладает ярким вкусом и ароматом.

Канадская компания на протяжении нескольких лет выпускает сыр на основе лишайника. Она активно производит сыр на основе ферментированного лишайника из желудка карibu. Сейчас он выпускается лимитированными сериями и очень дорого стоит, однако, по словам производителя, в ближайшие годы его выпустят в массовое производство [1].

Но не все производители гонятся за настолько необычными добавками. Большинство просто преследует цели улучшения качества и состава сыра. Одним из видов, значительно увеличившим за последние годы объемы производства, является плавленый сыр.

Объемы производства плавленого сыра растут быстрыми темпами. Широкие возможности рецептуры плавленых сыров позволяют создавать функциональные продукты за счет обогащения полезными веществами. Поэтому, является перспективным вводить в их состав биологически ценные пищевые добавки, в том числе лекарственные растения. При его выработке все шире применяют сырье немолочного происхождения (фрукты, овощи, ягоды, зерновое сырье, продукты морских промыслов и мясопродукты). Использование нетрадиционного животного и растительного сырья повышает пищевую и биологическую ценность продукта, а также придает ему лечебно-профилактические свойства. Поэтому одной из задач при получении такого продукта является обеспечение соотношения компонентов, максимально приближенных к физиологическим потребностям организма. Следует выделить основные группы, включающие сырье немолочного происхождения, которые используют при производстве плавленых сыров:

- плодово-ягодное сырье (фрукты, ягоды, орехи и др.). За счет этих продуктов можно регулировать содержание сахаров, минеральных солей, витаминов и других биологически активных соединений;
- овощное сырье и продукты, получаемые при его переработке. Конечный продукт обогащается пектинами, микроэлементами, витаминами и други-

ми полезными веществами;

- дикорастущие растения. Многие из них обладают антибиотическими, иммуномоделирующими, бактерицидными и антимутагенными свойствами. Включение в рецептуру сыров дикорастущего растительного сырья позволяет корректировать содержание аминокислот, витаминов, углеводов, микроэлементов и т.д. Сырье этой группы является перспективным хотя бы потому, что его запасы в стране велики и очень разнообразны;
- злаковое сырье (отруби, зародыши и т.д.). Оно отличается уникальным биологическим составом, большим количеством пищевых волокон, полиненасыщенных жирных кислот и витамина Е;
- морские продукты. Их использование корректирует в сырах содержание ненасыщенных жирных кислот, липидных компонентов, жирорастворимых витаминов, макро– и микрокомпонентов, в особенности, йода;
- продукты пчеловодства. Мед является уникальным продуктом, так как содержит большое количество биологически активных веществ;
- различные обогатители пищевых продуктов лечебно–профилактического назначения, такие, как витаминные премиксы, пектины, минеральные добавки и т.д.

Данная классификация неокончательная, она лишь показывает широкие возможности создания новых видов различных сыров [3].

Разработана рецептура плавленого сыра «Фитосыр», обогащенного фитокомпонентами лекарственных растений (ромашка аптечная, тысячелистник и шиповник). Тысячелистник содержит дубильные вещества, которые обладают бактерицидным и противовоспалительным действием, в его состав входит витамин К, каротин, витамин С, сложные эфиры, муравьиная и уксусная кислоты. Тысячелистник очень полезен для пищеварительной системы, он стимулирует аппетит, улучшает пищеварение и всасываемость веществ. Ромашка аптечная обладает выраженным антисептическим действием. В цветочных корзинках найдены эфирное масло, флавоноиды, никотиновая, аскорбиновая, салициловая кислоты, холин, каротин и сахара. Ее широко используют для лечения желудочно-кишечного тракта. Плоды шиповника содержат в себе витамины С и Р, А, В2, К и Е. Компоненты шиповника способствуют очистке системы кровоснабжения, улучшают обмен веществ в организме, лечению малокровия, цинги, болезней печени и почек. В состав смеси для приготовления плавленого сыра «Фитосыр» входят следующие компоненты: сыр твердых сортов (Голландский), творог (5%-ной жирности), молоко (2,5%-ной жирности), молоко сухое обезжиренное, соль-плавитель «Фонакон», вода питьевая, сахар-песок, масло сливочное «Крестьянское» (72,5%-ной жирности), фитосбор (ромашка, шиповник, тысячелистник). Фитосбор составляет 6% от массы смеси [4].

Еще одной большой группой сыров являются мягкие сыры. Сыр «Фета» является превосходным источником белка и кальция, но как все

традиционные молочные продукты, имеет в своем составе небольшое количество железа. Специалисты научно-исследовательского института SRI (Standard Research Institute) исследовали возможность обогащения этого вида сыра железом.

Из коровьего молока приготовили образцы сыра и внесли в них соединения железа, а именно: сульфат железа (FeSO_4), хлорид железа (FeCl) и микроинкапсулированный сульфат железа в концентрации $80 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$ с добавлением аскорбиновой кислоты ($150 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$), либо без нее. Была проведена оценка химического состава кальция, содержания свободных жирных кислот, железа, продуктов окисления, а также органолептических свойств продуктов. Не было выявлено никаких значительных изменений относительно химического состава, но содержание железа существенно отличалось между указанными образцами [5].

Интересную научно-исследовательскую работу провели по технологии обогащенного сыра на кафедре «Технологии продуктов питания» ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова». Они разработали технологию производства сыра, обогащенного ягодами брусники. Ягоды брусники—это плоды растения, которые содержат комплекс биологически активных веществ и, прежде всего, витамины, макро-и микроэлементы, обладают противовоспалительными, антиоксидантными и слабительными свойствами. В ягодах присутствует витамин К, обнаружены следы витаминов группы В—до $0,03 \text{ мг} \%$, витамин Е— $1 \text{ мг} \%$. Содержание каротина в этой ягоде значительно выше, чем в других ягодах. Уникален и минеральный состав ягод брусники. Из макроэлементов преобладают: калий— 730 мг/кг свежих ягод, натрий— $70-100 \text{ мг/кг}$, кальций— $94,6-400 \text{ мг/кг}$, магний— $22,4-70 \text{ мг/кг}$, фосфор— $44,5-160 \text{ мг/кг}$, помимо этого содержатся такие важные компоненты, как бор, барий, йод, титан, цинк, хром, алюминий. В ходе опытов было установлено, что использование сушеной брусники в количестве 7% является оптимальным решением, т.к. в этом образце наблюдались наилучшие показатели по консистенции, внешнему виду, вкусу и запаху. Вкус ягод брусники был достаточно выраженным. Консистенция однородная, плотная, с включениями ягод брусники. Запах приятный, характерный данному продукту. Вкус чистый, кисломолочный, слегка сырный, ощущается небольшое количество ягод брусники [6].

Таким образом, рынок функциональных продуктов постоянно увеличивается, что, несомненно, положительно сказывается на производстве сыров, так как растет спрос на различные виды с улучшенными вкусовыми качествами, пищевой и биологической ценностью.

Список литературы

1. Десять видов сыра с самыми неожиданными добавками: сайт. — Текст: электронный. — URL: <http://lozhka-povarezhka.ru/retseptyi/zakuski/10-vidov->

сыра-s-samymi-neozhidannymi-dobavkami.html

2. Крусь, Г.Н. Технология молока и молочных продуктов / Г.Н. Крусь, А.Г. Храмов, З.В. Волокитина, С.В. Карпычев; Под ред. А.М. Шалыгиной. – Москва: КолосС, 2007. – 455с. – Текст : непосредственный.

3. Тенденции производства обогащенных и функциональных плавленых сыров: сайт. – Текст: электронный. – URL: <https://studfile.net/preview/8479973/page:5/3>

4. Технология плавленого сыра, обогащенного фитокомпонентами: – Текст: электронный. – URL: <https://pandia.ru/text/77/481/2759.php>

5. Возможно ли обогатить сыр железом? – Текст: электронный. – URL: <https://produkt.by/journal/produktby-no8-172-avgust-2016>

6. Разработка технологии сыра, обогащенного ягодами Сибирского региона / К.А. Медведева, Е.М. Щетинина, Н.С. Золотухина, М.П. Щетинин. – Текст: электронный // Ползуновский Вестник. – 2022. – №2. – С. 15-19.

УДК 637.146

ОБОГАЩЕНИЕ ЙОГУРТА ИЗ ПАХТЫ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКОЙ СЕЛЕНПРОПИОНИКС

*Щокотова Альбина Дмитриевна, студент-магистрант
Щокотова Светлана Дмитриевна, студент-магистрант
Серкова Наталья Витальевна, студент-бакалавр
Острецова Надежда Геннадьевна, науч. рук., к.т.н., доцент
ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА, г. Вологда-Молочное, Россия*

Аннотация: изучена возможность внесения биологически активной добавки селенпропионикс в йогурт на основе пахты. Разработана рецептура йогурта из пахты с добавкой концентрата сывороточных белков (КСБ-УФ-80), обоснована доза внесения селена в биодоступной форме в количестве 20% от рекомендуемого суточного уровня его потребления. Отмечена тенденция увеличения скорости кислотообразования (примерно на 10%) при внесении добавки селенпропионикс вместе с закваской.

Ключевые слова: пахта, концентрат сывороточных белков, йогурт, биологически активная добавка, функциональный продукт

Актуальность работы. Кисломолочные продукты традиционно пользуются огромной популярностью среди населения России. Йогурт, по популярности, находится на втором месте после кефира. Если в 2020 г. объемы производства данного продукта по нашей стране в целом составили 809,55 тыс.т, то в 2021 г. они возросли до отметки в 818,65 тыс.т или 101,1 % к уровню прошлого года. Доля продукта по России в общем объеме возросла с 29,4 до 30 % [1].

Йогурты функциональной направленности приобретают особую популярность. Согласно ГОСТ Р 52349-2005, функциональный пищевой продукт – это специальный пищевой продукт, который предназначен для систематического употребления в составе пищевых рационов всеми возрастными группами здорового населения, обладающий научно обоснованными и подтвержденными свойствами, а так же снижающий риск развития заболеваний, связанных с питанием, предотвращающий дефицит или же восполняющий имеющийся в организме человека дефицит питательных веществ, сохраняющий и улучшающий здоровье за счет наличия в его составе функциональных пищевых ингредиентов [2].

Целью данной работы является разработка технологии йогурта из пахты, обогащенного биологически активной добавкой селенпропионикс.

В данной работе в качестве молочной основы для производства йогурта использована пахта. Актуальность переработки пахты связана в первую очередь с тем, что в пахту переходят ценные компоненты молока (белок, фосфолипиды, витамины, минеральные вещества). Наиболее полно отвечает потребностям человеческого организма аминокислотный состав белков пахты. Фосфолипиды необходимы для улучшения функции печени и сердечно-сосудистой системы, а также имеют доказанную биологическую активность [3]. Известно, что некоторые из фосфолипидов, содержащихся в пахте, являются ценным компонентом для клеток мозга [4, 5].

Являясь биологически ценным сырьем, пахта также служит полноценной питательной средой для развития заквасочной микрофлоры.

Традиционно в технологии йогуртов, как продуктов с повышенной массовой долей сухих веществ, используется способ, который позволяет повысить массовую долю сухих веществ путем добавления молочно-белковых концентратов в смесь при термостатном или резервуарном способе производства, что позволяет улучшить текстуру, вязкость и стабильность йогурта.

В данной работе в качестве молочно-белковой добавки и используется концентрат сывороточных белков, полученный методом ультрафильтрации – КСБ-УФ-80 (ОАО "Щучинский маслосырзавод", Беларусь). Выбор данного концентрата связан с высокими анаболическими свойствами и биодоступностью КСБ-УФ. Сывороточные белки, главные из которых β -лактоглобулин и α -лактальбумин, являются источником незаменимых аминокислот, а также имеют высокую скорость расщепления под действием протеолитических ферментов и высокую степень усвояемости [6].

Предварительными исследованиями установлена рациональная доза введения КСБ-УФ-80 в пахту и составляет 3%, что обеспечивает содержание СОМО в молочной основе йогурта – 10%.

По данным Института Питания РАМН и результатам клинических исследований около 80% россиян испытывают недостаток селена. Физиологическая потребность в селене – 55 мкг/сутки для женщин, 70 мкг/сутки

для мужчин [7].

В качестве обогащающего компонента выбрана биологически активная добавка (БАД) – селенпропионикс (производитель ООО «МИП»Бифивит», г. Улан-Удэ), которая выпускается во флаконах в жидкой форме. Селенпропионикс представляет собой концентрированную биомассу пропионовокислых бактерий *P. Freudenreichii subsp. shermanii* КМ-186 в живой активной форме (10^{10} - 10^{11} КОЕ/см³, на конец срока годности - не менее 10^7 КОЕ/см³), содержащую селен в биодоступной органической форме (10 мкг/см³ в составе БАД). Пропионовокислые бактерии синтезируют высокое количество серусодержащих аминокислот, таких как цистеин и метионин, с которыми связывается селен и переходит в органическую биодоступную форму. Согласно документу на БАД (ТУ 9229-012-02069473-2006) в 3 мл концентрата содержится 30 мкг селена (43% от рекомендуемого уровня потребления) [8].

Селенпропионикс замедляет процесс старения организма, укрепляет иммунную систему, способствует предупреждению роста аномальных клеток, улучшает работу желудочно-кишечного тракта, а так же устраняет дисбактериоз и защищает организм от сердечно-сосудистых заболеваний, устраняет селенодефицит. Кроме того, селенпропионикс обладает противовоспалительными свойствами, способствует выведению из организма ионов тяжелых металлов, предохраняет от возникновения онкологических заболеваний, помогает при артрите, нормализует работу печени, щитовидной железы, поджелудочной железы и репродуктивную функцию, разрушает вредные для организма вещества [8].

При выборе заквасок для кисломолочных продуктов очень важно, чтобы входящие в состав микроорганизмы находились в прочных симбиотических взаимоотношениях, важно добиться взаимной сочетаемости штаммов и взаимного стимулирования, установления возможно более стабильного равновесия между ними. Обязательной микрофлорой йогурта является термофильный стрептококк и болгарская палочка. Учитывая различные оптимальные температуры развития микрофлоры йогурта: болгарской палочки (40°C) и термофильного стрептококка (40°C) и вносимых с добавкой пропионовокислых бактерий (30°C), необходимо было подобрать условия для сбалансированного роста данных микроорганизмов в симбиотической закваске. При проведении эксперимента выбрана температура культивирования равная 35°C.

Опытные образцы готовились следующим образом: в образце 1 (контроль) в качестве молочной основы использовали пахту, в образцах 2,3,4 – пахту +3% КСБ-УФ-80. В образцы 4 и 5 вносили дополнительно селенпропионикс из расчета обеспечения 20% суточной потребности в селене (15 мкг на 100 г). Изучали два варианта внесения биодобавки: до сквашивания (образец 3) и после сквашивания (образец 4).

Молочную основу пастеризовали при температуре 85°C с выдержкой

3 мин, охлаждали до 35⁰С, вносили 5% лабораторной закваски для йогурта, содержащей болгарскую палочку и термофильный стрептококк. В образец 3 вместе с закваской вносили селенпропионикс (1,5 мл жидкого препарата на 100 г). Образцы сквашивали до получения плотного сгустка кислотностью (80±2)⁰Т. В образец 4 после сквашивания вносили 1,5 мл жидкого препарата селенпропионикс на 100 г продукта.

В таблице 1 представлена динамика изменения титруемой кислотности и рН опытных образцов в процессе сквашивания.

Таблица 1 – Динамика титруемой и активной кислотности в процессе сквашивания образцов

Время сквашивания, ч	Шифр образца							
	Контроль 1		2		3		4	
	°Т	рН	°Т	рН	°Т	рН	°Т	рН
0	25	6,25	29	6,14	28	6,16	26	5,97
1	29	6,09	34	6,11	37	6,05	36	6,11
2	33	5,93	41	5,95	45	5,87	41	5,95
3	44	5,60	57	5,80	61	5,40	57	5,5
4	61	5,26	73	5,19	78	5,13	72	5,15
5	66	5,05	78	4,65	82	4,51	78	4,49
6	82	4,46	-	-	-	-	-	-

Согласно данным из таблицы 1, при добавлении в пахту КСБ-УФ (образцы 2,3,4) плотный сгусток образовался через 5 ч сквашивания, в контроле (без КСБ-УФ) - через 6 ч, при это образовался слабый сгусток, отделяющий сыворотку. Известно, что введение сывороточных белков в питательную среду стимулирует развитие термофильного стрептококка, который продуцирует экзополисахариды средней вязкости, которые формируют плотность и связность сгустка [9]. Скорость кислотообразования за 5 ч сквашивания в образцах с КСБ-УФ выше примерно 1,3 раза по сравнению с контролем. Так же отмечена тенденция увеличения скорости кислотообразования (примерно на 10%) в образце 3 (с внесением селенпропионикс вместе с закваской), по сравнению с образцом 2. По-видимому, вносимые с БАД продукты метаболизма пропионовокислых бактерий (в первую очередь, аминокислоты и витамины группы В), стимулируют развитие заквасочной микрофлоры [9].

При производстве йогуртов резервуарным способом важным показателем является устойчивость продукта к синерезису. Изучение влагоудерживающей способности сгустков проводилось с помощью метода центрифугирования в течение 5 минут с частотой 3000 оборотов в минуту при 20 °С. Установлено, что во всех образцах с добавлением КСБ-УФ, объем выделившейся сыворотки был меньше в среднем в 1,8 раза по сравнению с контролем. Это связано, по-видимому, с введением в продукт сывороточных белков, обладающих повышенной влагоудерживающей способностью.

При проведении органолептической оценки не выявлено существенной разности в образцах 2,3,4. Они имели характерный для йогурта кисломолочный вкус и запах, однородную, в меру вязкую консистенцию.

На основании проведенных исследований разработана рецептура йогурта, обоснована доза внесения селена в биодоступной форме в количестве 20% от рекомендуемого суточного уровня при употреблении 100 г проектируемого йогурта, что обеспечивает ему функциональные свойства [2].

Таким образом, установлена целесообразность обогащения йогурта из пахты биологически активной добавкой – селенпропионикс. В дальнейшем предусмотрена разработка ТУ и ТИ ТУ на новый вид йогурта, обоснование срока его годности с исследованием физико-химических и микробиологических показателей.

Список литературы

1. Горощенко, Л.Г. Динамика производства кисломолочных продуктов в 2021 г. / Л.Г. Горощенко. – Текст непосредственный // Молочная промышленность. – 2022. – №8. – С. 4-5.
2. ГОСТ Р 52349-2005 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения: утвержден и введен в действие Приказом от 31 мая 2005 г. N 138-ст: Дата введения 2006-07-01. – Текст: электронный. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200039951#7D20K3>
3. Conway, V. Buttermilk: Much more than a source of milk phospholipids / V. Conway, S.F. Gauthier, Y. Pouliot. – Text: Electronic // Animal Frontiers. – 2014. – Vol.4, iss.2. – P. 44-51.
4. Invited review: Milk phospholipid vesicles, their colloidal properties, and potential as delivery vehicles for bioactive molecules / E. Arranz. [et al]. – Text: Electronic // J Dairy Sci. –2017. – Vol. 100, Iss. 6. – P. 4213–4222.
5. Василькевич, А.И. Аспекты выделения и использования фосфолипидов пахты / А.И. Василькевич, О.В. Дымар. – Текст электронный // Food industry: science and technologies. – Vol. 13. – № 2 (48)2020. –P.69-77.
6. Храмцов, А.Г. Феномен молочной сыворотки / А. Г. Храмцов. – Санкт-Петербург: Профессия, 2011. – 804 с. – Текст непосредственный.
7. МР 2.3.1.0253-21 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ / разработ. ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологий». – Москва, 2021. – 72 с. – Текст: непосредственный.
8. Инновационный селенсодержащий препарат пробиотик "селенпропионикс". – Текст: электронный. – URL: <https://propionix.ru/se-lenpropioniks.->
9. Банникова, Л.А. Микробиологические основы молочного производства / Л.А. Банникова, Н.С. Королева, В.Ф. Семенихина. – Москва: Агропромиздат. – 1987. – 400 с. – Текст непосредственный.

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОИНЖЕНЕРИЯ

<i>Арбузова Алена Андреевна, Бирюков Александр Леонидович.</i> Показатели зерноуборочной техники, используемой в Вологодской области	3
<i>Арбузова Алена Андреевна, Бирюков Александр Леонидович.</i> Исследование затрат на этапе технологической сушки зерна.....	6
<i>Веденцов Вячеслав Владимирович.</i> Энергосбережение при сушке зерна зерносушилкой М-819	9
<i>Гоголадзе Гурами Гивиевич, Жарков Сергей Николаевич.</i> Исследования равномерности внесения органических удобрений шнековым дозатором	13
<i>Головенко Дмитрий Иванович.</i> Применение статически неопределимых систем при заготовке и хранении кормов.....	18
<i>Горшков Кирилл Андреевич, Цуренко Павел Денисович, Чиркова Наталья Сергеевна, Фролов Дмитрий Алексеевич.</i> Расчет резьбового соединения высаживающего аппарата луковой сажалки	22
<i>Даузе Леонид Васильевич, Бадан Дмитрий Валентинович.</i> Анализ оборудования для производства однотипного неориентированного волокна из конопли.....	26
<i>Дубов Артём Юрьевич, Лобазов Тимофей Павлович.</i> Анализ импортного оборудования для производства однотипного неориентированного волокна из льна.....	31
<i>Жарков Сергей Николаевич.</i> Определение параметров ворохоочистителя клубней картофеля	35
<i>Карпышев Александр Геннадьевич, Крюков Иван Анатольевич.</i> Анализ отечественного оборудования для производства однотипного неориентированного волокна из льна	40
<i>Каюков Роман Сергеевич, Дубов Артём Юрьевич, Скаличев Юрий Иванович, Попов Никита Евгеньевич, Летовальцев Сергей Александрович, Шушков Иван Андреевич, Богомоллов Иван Александрович, Фирсов Илья Иванович.</i> Обоснование режима мойки с обратным водоснабжением	46
<i>Кириллов Илья Романович.</i> Технические средства для раздачи корма на фермах крупного рогатого скота	49
<i>Корепин Вадим Александрович, Михайлов Андрей Сергеевич.</i> Результаты экспериментальных исследований комбинированного почвообрабатывающего рабочего органа.....	53
<i>Кузнецов Михаил Сергеевич.</i> Условия хранения картофеля с минимальной потерей	61
<i>Кузнецов Михаил Сергеевич.</i> Способы первичной обработки молока	64
<i>Кузнецов Михаил Сергеевич.</i> Влияние напряжения на длину волны инфракрасного излучателя.....	66

<i>Ломтев Даниил Олегович.</i> Исследование технологии послеуборочной обработки зерна	69
<i>Михайлов Андрей Сергеевич, Корепин Вадим Александрович.</i> Интернет вещей (IoT) в агробизнесе	75
<i>Обухов Василий Владимирович, Аскарров Разиф Раисович, Мухаметдинов Айрат Мидхатович.</i> Разработка рабочего органа почвообрабатывающего орудия.....	78
<i>Остриков Виталий Викторович, Ковалевич Евгений Васильевич.</i> Обоснование экспресс-метода оценки количества воды в моторном масле работающего ДВС	82
<i>Остриков Виталий Викторович, Ковалевич Евгений Васильевич.</i> Экспресс-методы оценки изменения вязкости моторного масла работающего ДВС	88
<i>Остриков Виталий Викторович, Ковалевич Евгений Васильевич.</i> Экспресс-тестирование моторного масла методом «Капельной пробы»	92
<i>Руселевич Марк Леонидович.</i> Применение синергического подхода для магнитно-абразивной обработки сложнопрофильных поверхностей тел вращения	97
<i>Ситчихин Максим Андреевич.</i> Разработка критериев качества освещения программного кода для автоматизации управления досвечиванием в промышленных теплицах	103
<i>Степанов Кирилл Александрович, Корепин Вадим Александрович, Михайлов Андрей Сергеевич.</i> Теоретические исследования процесса дозирования концентрированных кормов	110
<i>Суслов Алексей Александрович.</i> Влияние параметров питающего устройства на загрузку подводящего канала плющилки зерна.....	116
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Повышение производительности машинно-тракторных агрегатов	120
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Повышение экологичности пластичных смазок.....	123
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Пути снижения выбросов вредных веществ с отработавшими газами дизельных двигателей сельскохозяйственной техники	125
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Упрочнение деталей сельскохозяйственной техники	128
<i>Ушаков Руслан Александрович.</i> Химический состав присадок к моторным маслам.....	130
<i>Хузин Линур Фанурович, Гимазов Данир Флюрович, Мухаметдинов Айрат Мидхатович.</i> Исследование конструкции рабочего органа глубокорыхлителя	133
<i>Шестаков Матвей Евгеньевич, Корепин Вадим Александрович.</i> Методика проведения экспериментальных исследований измельчителя корнеклубнеплодов	140

<i>Шестаков Матвей Евгеньевич, Корепин Вадим Александрович.</i> Результаты экспериментальных исследований измельчителя корнеклубнеплодов.....	146
<i>Шушков Роман Анатольевич, Осовской Сергей Николаевич.</i> Методики расчета сушилки для льносырья.....	150
<i>Яковлева Карина Дмитриевна, Бирюков Александр Леонидович.</i> Уменьшение контаминации молока с этапом первичной обработки.....	155
<i>Яковлева Карина Дмитриевна, Бирюков Александр Леонидович.</i> Сокращение затрат на транспортировку молока путём процесса термизации...	158
<i>Яковлева Карина Дмитриевна, Бирюков Александр Леонидович.</i> Конструктивное улучшениепочвообрабатывающего агрегата.....	162

ПРОДУКТЫ ПИТАНИЯ ЖИВОТНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

<i>Алексеева Алина Анатольевна.</i> Влияние овсяного сиропа на свойства кисломолочного продукта.....	168
<i>Бужоряну Юлия Александровна.</i> Изучение содержания поваренной соли в пищевых продуктах.....	171
<i>Голдин Никита Евгеньевич, Слепухин Роман Сергеевич, Шатунов Владимир Сергеевич, Попов Сергей Андреевич, Баронов Владимир Игоревич.</i> Установка для производства сгущённых молокосодержащих продуктов с сахаром.....	175
<i>Горева Ирина Васильевна.</i> Исследование возможности применения порошка шпината в качестве вкусового наполнителя при производстве кисломолочного продукта.....	179
<i>Демидова Татьяна Сергеевна.</i> Возможность применения различных сиропов в молочной промышленности.....	182
<i>Звездина Юлия Анатольевна.</i> Аудит поставщиков немолочного сырья на молочном предприятии.....	186
<i>Зеленова Юлия Викторовна.</i> Проектирование витаминизированного биоюгурта с концентрированным соком фейхоа.....	193
<i>Ильченко Екатерина Михайловна.</i> Разработка ресурсосберегающей технологии мягкого сыра с использованием вторичного молочного сырья..	197
<i>Катаранов Глеб Олегович, Баранов Олег Александрович, Пазгалова Елизавета Николаевна, Баронов Владимир Игоревич.</i> Использование энергии концентрированных ультразвуковых волн с целью получения устойчивой эмульсии в пищевых продуктах.....	201
<i>Кокшарова Анастасия Николаевна, Столяров Геннадий Юрьевич, Баронов Владимир Игоревич.</i> Продукт с оптимизированным аминокислотным составом.....	205
<i>Кокшарова Анастасия Николаевна.</i> Обоснование отличительных признаков йогурта с сиропом топинамбура как функционального продукта.....	211

Кувылев Антон Альбертович, Волочков Семен Олегович. Разработка рецептуры напитка с пониженным содержанием лактозы на основе УФ-пермеата обезжиренного молока	217
Московкина Дина Александровна. Пути восполнения в рационе питания дефицита белка и йода	221
Муранова София Александровна. Биотехнология производства ферментированного функционального творожного продукта	226
Ничипоренко Алина Аркадьевна. Способы обеспечения антиоксидантных свойств йогурта.....	232
Ничипоренко Алина Аркадьевна. Исследование потребительских предпочтений при выборе обогащенного творожного десерта.....	236
Новичихин Вячеслав Дмитриевич, Нечаев Константин Александрович, Баронов Владимир Игоревич. Аппарат для сгущения НФ концентрата творожной сыворотки.....	241
Порошин Иван Андреевич. Разработка технологии производства лактозы фармакопейного качества.....	246
Рочева Александра Владимировна. Обоснование выбора функциональных ингредиентов при разработке напитка на основе пахты.....	249
Серкова Наталья Витальевна. Оценка конкурентоспособности фруктового йогурта из пахты, обогащенного инулином.....	253
Серкова Наталья Витальевна. Аффективное тестирование ароматов йогуртов.....	259
Суворова Мария Юрьевна. Теоретическое обоснование ингредиентного состава молочного продукта	263
Сузько Ирина Викторовна. Биотехнология производства йогурта со спирулиной.....	269
Тарутина Кристина Николаевна. Производство киселя на основе молочной сыворотки.....	272
Федоров Никита Игоревич. Определение содержания β -глюканов в овсе и продуктах его переработки.....	276
Христенко Екатерина Ивановна. Прогнозирование функциональных свойств нового мороженого со свеклой и черносливом	279
Христенко Екатерина Ивановна. Актуальность производства молочных продуктов для женщин, готовящихся к материнству.....	282
Шарыгина София Александровна. Исследование рынка сыров, обогащенных различными пищевыми добавками и нутриентами	285
Щокотова Альбина Дмитриевна, Щокотова Светлана Дмитриевна, Серкова Наталья Витальевна. Обогащение йогурта из пахты биологически активной добавкой селенпропионикс	289

Научное издание

**Молодые исследователи
агропромышленного и лесного
комплексов – регионам**

*Том 2. Технические науки
Сборник научных трудов по результатам работы
VIII Всероссийской научно-практической конференции
с международным участием*

Ответственный за выпуск В.В. Суров

Подписано к размещению на образовательном портале и в ЭБС 18.08.2023 г.
Заказ № 52-Э. Объем 18,6 усл. печ. л. Формат 60/90 1/16.

**ФГБОУ ВО Вологодская ГМХА
160555 г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2**

ISBN 978-5-98076-386-2



9 785980 763862