**Тулубаев Назарбай Берикұлы**

Магистр естественных наук, учитель химии

*«Назарбаев интеллектуальня школа физико-математического направления города Костанай», Казахстан*

**Перегудова Дария Григорьевна**

Учащийся 11 класса

*«Назарбаев интеллектуальня школа физико-математического направления города Костанай», Казахстан*

**ПРОИЗВОДСТВО БИОЭТАНОЛА С** **ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ ПШЕНИЦЫ В КАЧЕСТВЕ СЫРЬЯ**

*Аннотация\*. Исследование посвящено насущной проблеме зависимости от нефти, которая усугубляет экологические проблемы и, как следствие, истощает запасы. В статье предлагается способ получения биоэтанола из компонентов пшеницы (ость, стеблей) методом молотьбы. Выбор компонентов основан на содержании в них целлюлозы и недооценке их как отходов. Кроме того, в Костанайской области наблюдается большое количество пшеницы, что делает ее недорогой и доступной по цене. Техника молотьбы, используемая в учебных условиях, что подчеркивает ее доступность. Данный метод демонстрирует производство биоэтанола, также биотоплива из пшеничных отходов, что позволяет решить две основные глобальные проблемы – энергетику и экологичность.*

*Ключевые слова:* *биоэтанол,* *ферментация, отходы, пшеница*

Исследовательская работа направлена на проверку, улучшение и демонстрацию метода производства биоэтанола из различных компонентов пшеницы, включая ость и стебелёк с использованием метода молотьбы. Работа нацелена на разделение компонентов пшеницы, ферментации глюкозы в этанол и оценке эффективности этого метода для получения чистого и высокоэффективного биотоплива с каждого компонента и сравнение их друг с другом.

Данная работа приобретает актуальность в контексте устойчивого развития и экологии. Учитывая потребности в альтернативных источниках энергии и сокращения зависимости от нефти, производство биоэтанола из пшеницы становится все более значимым. Этот исследовательский проект имеет потенциал содействовать снижению выбросов углерода, уменьшения нефти зависимости и созданию экологически чистого биотоплива. Многие, не имея представления о потенциале производства биоэтанола из пшеницы в качестве альтернативы нефти, одобрили эту экологически чистую идею, продемонстрировав ценность и актуальность этого анализа.

Цель исследования: Цель данного исследования - оптимизация метода производства биоэтанола из компонентов пшеницы с использованием метода молотьбы, более эффективное использование отходов пшеницы, сравнение разных частей друг с другом и повторное использование сырья с целью снижения отходов и оценка его эффективности выхода. Основной упор делается на выявление наиболее эффективного сырья для производства этого вида биотоплива и демонстрацию его значимости и необходимости в качестве альтернативной энергии.

# Методы производства биоэтанола

# *Ферментация с использованием сахаров:*

Этот метод основан на ферментации доступных сахаров, таких как сахарный тростник, сахарная свекла или меласса, при помощи дрожжей или других микроорганизмов. Он обычно выбирается, когда есть доступ к избыточным сахарам в сырье. Это может быть хорошим выбором, если сахар содержится в высокой концентрации и доступен по низкой цене [1].

*Гидролиз и ферментация с использованием крахмала:*

- Крахмал из растений, таких как кукуруза или пшеница, гидролизуется, чтобы получить глюкозу. Затем глюкоза ферментируется в биоэтанол с помощью дрожжей. Этот метод подходит, если сырье богато крахмалом и отличается от большой концентрации сахаров. Он также широко используется, так как кукуруза является одним из основных источников для производства биоэтанола в США [2].

*Метод молотьбы и ферментация:*

- Метод молотьбы включает в себя измельчение сырья, такого как целлюлоза из древесины или другие биомассы, для более эффективного выделения сахаров. Этот метод выбирается, когда сырье богато целлюлозой, и его молотьба увеличит доступность сахаров для ферментации. Он может быть полезным, если целлюлоза является основным компонентом сырья, таким как древесина, солома или другая биомасса [3].

*Газификация и синтез:*

- Газификация включает в себя конвертацию биомассы в синтез-газ, который затем может быть синтезирован в биоэтанол. Этот метод может быть выбран, когда доступно разнообразное сырье, и газификация предоставляет возможность использовать разные виды биомассы [4].

В современном мире существует огромное количество глобальных проблем. Одной из них является зависимость от нефти, которая является одним из основных источников топлива. Она приводит к очень серьезным экологическим проблемам, так как нефть загрязняет окружающую среду: воду, воздух и почву [5]. Кроме того, данное топливо - невосполнимый ресурс, который рано или поздно иссякнет. Именно поэтому мы должны искать альтернативные и экологичные источники энергии, одним из которых является биоэтанол.

В рамках моего исследования была проведена практическая работа, в результате которой был получен биоэтанол с помощью метода молотьбы и различных частей пшеницы, включая ость и стебельки. Причина выбора данного сырья заключается в том, что именно эти части пшеницы содержат наибольшее количество целлюлозы (35-50%) [6], что позволяет получить больше этанола. Кроме того, эти компоненты обычно считаются второстепенными и могут использоваться как корм для животных или выбрасываться, не раскрывая свой огромный потенциал [7]. Кроме того, сырье можно перерабатывать, что делает его еще эффективнее с точки зрения экономики. На мировом рынке Казахстан известен как производитель зерновых, прежде всего пшеницы. Экспорт пшеницы в последние пять лет составляет в среднем 5 млн тонн в год [8]. В нашем регионе, Костанайской области, пшеницы особенно много, и это делает наше сырье доступным, а также дешевым, ведь эти части пшеницы считаются отходами. Метод молотьбы является простым и осуществимым в школе, что показывает простоту и реализуемость процесса.

В заключении хочу сказать, что данный метод производства является высокоэффективным, так как он очень экономичен, реализуем и выход биоэтанола высок. Использование остатков пшеницы в производстве биоэтанола может увеличить выход продукта на 20-30% по сравнению с использованием только зерна пшеницы [9]. Мы можем буквально превращать отходы в биотопливо, решая сразу две глобальные проблемы - энергетику и экологию.

Современное общество стоит перед задачей минимизации зависимости от нефти, а также поиска более экологически чистых источников энергии [10]. В этом сценарии производство биоэтанола из элементов пшеницы с помощью технологии помола представляет собой потенциальный путь. Этот процесс позволяет эффективно использовать пшеничные ости и стебельки с получением биоэтанола. В настоящее время производство биоэтанола является наиболее динамично развивающимся сектором биотопливной отрасли. На его долю приходится 85% объема мирового производства биотоплива. Крупнейшие страны производители биоэтанола – США и Бразилия, на них приходится 89%объемов его производства. А это показывыет эффективность метода, ведь его используют ведущие экономики мира [11].

Существующие исследования, такие как " "Production of bioethanol from wheat straw using Saccharomyces cerevisiae" (Wang et al., 2019) и "Bioethanol production from wheat straw by Saccharomyces cerevisiae under solid state fermentation" (Li et al., 2018) , подчеркнули важность этого метода, раскрывая его потенциал как средства защиты окружающей среды- экологически чистый источник топлива. Однако эти исследования имеют определенные ограничения, включая недостаточную оценку экономической целесообразности и неопределенность в оптимальных производственных параметрах.

В настоящее время требуется дополнительный анализ этих исследований и выявление потенциальных преимуществ и недостатков производства биоэтанола из пшеницы, и выявление наиболее эффективных методов, сортов, частей пшеницы. В этом обзоре мы рассмотрим результаты этих исследований и выявим пробелы, которые могут стимулировать дальнейшие научные исследования. Этот обзор обосновывает актуальность геологоразведочных работ и их потенциальный вклад в решение проблемы энергетической зависимости от нефти.

# Исследовательская часть

**Ход работы:**

1. Отделение компоненты пшеницы разных сортов.

2. Выбрать ферменты. Для достижения этой цели готовят раствор и добавляют в него "Целлолюкс А". Это движение преобразует целлюлозу в глюкозу.

3. Охладить раствор. Этот шаг снизит температуру смеси и завершит процесс брожения.

4. Сбродить раствор глюкозы. В раствор добавляют дрожжи, чтобы он мог быть преобразован в этанол.

5. Отделить этанол от полученной смеси. Дистилляция, вероятно, будет лучшим средством для достижения этой цели.

# Методы:

1. Чистка пшеницы сортов «Омская 36» и «Костанайская 12», разделение ее на компоненты, и методом молотьбы с мрамором и ступкой измельчаем каждую часть, а конкретнее стебелек и ость, для более быстрой реакции, увеличения поверхности и увеличения выхода продукции.

2. **Ферментация:** Для обработки ферментами требовалось 48 часов при температуре приблизительно 45°C. Время: 48 часов. Этот промежуток времени важен для того, чтобы ферменты эффективно расщепляли целлюлозу в компонентах пшеницы до глюкозы. Эта продолжительность обусловлена скоростью биохимических реакций, происходящих в процессе ферментации. Это тепло создает оптимальные условия для работы фермента “ Целлолюкс А ”, который перерабатывает целлюлозу из пшеницы в глюкозу. Это температура, при которой фермент наиболее эффективен [12]. После чего процеживаем оставив только жидкость, без самих остей и стебельков, которые далее используются повторно.

3. **Охлаждение раствора:** Время приблизительно 1 час при температуре 5°C. Охлаждение происходит быстро и требуется для предотвращения процедуры ферментации. Более низкие температуры уменьшат или прекратят действие фермента. 4°C для охлаждения раствора: такая низкая температура быстро замедлит брожение и остановит процесс. Это необходимо для контролируемого прекращения операции.

4. **Брожение:** Время: 72 часа. Этот период необходим дрожжам для превращения глюкозы, образующейся в результате предшествующей ферментации, в этанол и углекислый газ. Скорость брожения зависит от концентрации дрожжей и температуры. 30°C для ферментации: эта температура способствует действию дрожжей, которые превращают глюкозу в этанол. Это идеальная температура для их метаболической активности [13].

C6H12O6 → 2C2H5OH + 2CO2

**5. Дистилляция:** Данный этап основан на температуре кипения этанола, способствуя конденсации только данного типа спирта. Это заняло примерно два часа. Температура около 78°C соответствует температуре кипения этанола (этилового спирта) при атмосферном давлении, которая составляет около 78,4°C [14].

6. **Измерение количества этанола:** В процессе эксперимента с сортом пшеницы "Омская 36" и "Костанайская 12" мы использовали одно и то же сырье несколько раз, чтобы получить биоэтанол. Сначала мы извлекли 6,10% биоэтанола из стебельков и 4,4% из ости сорта "Омская 36". Затем мы повторно использовали это сырье и получили 3,70% биоэтанола из стебельков и 3,00% из ости. На третьем этапе использования сырья получили 2,00% биоэтанола из стебельков и 1,60% из ости.

То же самое было проделано с сортом "Костанайская 12", где сначала извлекли 5,80% биоэтанола из стебельков и 4,20% из ости. На втором этапе получили 3,50% биоэтанола из стебельков и 3,00% из ости. На третьем этапе использования сырья из стебельков было получено 2,00% биоэтанола и 1,50% из ости.

# 

80

70

60

50

температура,

°C

40

30

20

10

0

ферментация охлаждение

брожение

дистиляция

**Рис. 1. Температура в разных этапах**

# Оценка полученного этанола как биотоплива:

* 1. Вычислить количество молей спирта (C2H5OH), сгоревших в свече, используя Δm (изменение массы).
  2. Рассчитать молярную концентрацию воды (H2O) в свече, используя плотность (ρ) и изменение температуры (ΔT).
  3. Вычислить количество энергии сгорания (Q) с использованием полученных данных.
     + Δm (изменение массы этанола) = 2 г
     + ΔT (изменение температуры) = 24 градуса Цельсия
     + m H2O (масса воды) = ρ (плотность) \* V(объем) = 80 грамм
     + С (удельная темплоемкость ) = 4.2 Дж/моль·град Цельсия

Вычислим количество энергии сгорания (Q) с использованием данных: Q = Δm \* c \* ΔT

Q = 2 г \* 4.2 Дж/моль·град Цельсия \* 24 градуса Цельсия = 8064 Джоуля

# Результаты эксперимента

На протяжении всего исследования были выполнены этапы, необходимые для получения биоэтанола из остатков пшеницы. Важной частью является оценка количества получаемого биоэтанола, его качества и эффективности процесса. Оценка полученных результатов имеет важное значение.

В процессе эксперимента с сортом пшеницы "Омская 36" и "Костанайская 12" мы использовали одно и то же сырье несколько раз, чтобы получить биоэтанол. Сначала мы извлекли 6,10% биоэтанола из стебельков и 4,4% из ости сорта "Омская 36". Затем мы повторно использовали это сырье и получили 3,70% биоэтанола из стебельков и 3,00% из ости. На третьем этапе использования сырья получили 2,00% биоэтанола из стебельков и 1,60% из ости. То же самое было проделано с сортом "Костанайская 12", где сначала извлекли 5,80% биоэтанола из стебельков и 4,20% из ости. На втором этапе получили 3,50% биоэтанола из стебельков и 3,00% из ости. На третьем этапе использования сырья из стебельков было получено 2,00% биоэтанола и 1,50% из ости. Этот результат был достигнут при использовании 70 г пшеницы, а также 230 мл воды, давая по 200мл жидкости из каждой части. Полученное количество биоэтанола может послужить полезной отправной точкой для дальнейшего изучения и совершенствования процесса.

Эффективность производства биоэтанола оценивалась путем сравнения выхода этанола с затратами сырья и ресурсов. Было установлено, что наибольший выход биоэтанола из сорта "Омская 36" из стебельков с первого раза использования сырья может быть достигнут при использовании 70 г пшеницы и 230 мл воды, что подтверждает эффективность такого устройства для эффективного получения биоэтанола. А также, показывает, что самое эффективное сырье – стебелек, менее – ость, также менее повторное использование стебелька.

Производство биоэтанола приводит к более благоприятным выбросам в атмосферу, чем топливо на основе нефти, что делает его жизнеспособной заменой для снижения зависимости от нефти. Его сверхнизкий выброс загрязняющих веществ и относительно несложный производственный процесс делают его привлекательным ресурсом для использования в качестве биотоплива. Эксперимент доказал, что из пшеницы возможно получить биоэтанол.

В целом, исследования показывают, что при обмолоте определенных компонентов пшеницы, образуется биоэтанол. Дальнейшее изучение этой стратегии и ее доработка, возможно, приведут к созданию более мощных и экологичных источников энергии.

Также стоит упомянуть преимущества производства биоэтанола из пшеничных отходов:

1. Чистота окружающей среды: Производство биоэтанола из отходов пшеницы способствует сокращению выбросов парниковых газов, что является важным шагом в борьбе с изменением климата.

2. Снижение зависимости от нефти: Применение биоэтанола, получаемого из пшеницы, способствует диверсификации источников энергии, снижению зависимости от продуктов на основе нефти и повышению энергетической безопасности.

3. Устойчивое садоводство: Производство биоэтанола из растительных остатков облегчает циркуляцию питательных веществ в почве и повышает долговечность методов ведения сельского хозяйства.

4. Переработка побочных продуктов переработки пшеницы в биоэтанол открывает новые возможности получения дохода для фермерских компаний, увеличивая доходы и сокращая расходы, связанные с утилизацией порчи.

5. Биоэтанол, полученный из пшеницы, является экологически чистым топливом, которое помогает сократить использование нефтепродуктов и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и благополучие человека.

**«Костанайская 12»**

7.00%

6.00%

5.00%

4.00%

3.00%

первый раз

второй раз

третий раз

2.00%

1.00%

0.00%

стебельки

ость

**Рис. 2. Выход этанола из каждой части пшеницы**

# «Омская 36»

7.00%

6.00%

5.00%

4.00%

3.00%

первый раз

второй раз

третий раз

2.00%

1.00%

0.00%

стебельки

ость

**Рис. 3. Выход этанола из каждой части пшеницы**

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования показали, что использование отборных компонентов пшеницы открывает реальные перспективы для создания биоэтанола. Эффективность этого метода зависит от различных факторов, таких как продолжительность и температура процессов ферментации.

Количество биоэтанола: с сортом пшеницы "Омская 36" и "Костанайская 12" мы использовали одно и то же сырье несколько раз, чтобы получить биоэтанол. Сначала мы извлекли 6,10% биоэтанола из стебельков и 4,4% из ости сорта "Омская 36". Затем мы повторно использовали это сырье и получили 3,70% биоэтанола из стебельков и 3,00% из ости. На третьем этапе использования сырья получили 2,00% биоэтанола из стебельков и 1,60% из ости. То же самое было проделано с сортом "Костанайская 12", где сначала извлекли 5,80% биоэтанола из стебельков и 4,20% из ости. На втором этапе получили 3,50% биоэтанола из стебельков и 3,00% из ости. На третьем этапе использования сырья из стебельков было получено 2,00% биоэтанола и 1,50% из ости. Этот результат был достигнут при использовании 70 г пшеницы, а также 230 мл воды, давая по 200мл жидкости из каждой части.

Качество биоэтанола: Используя его в качестве топлива, то есть получая энергию, мы поняли, что можно используя 2г этанола, получить 8064 Джоулей количества теплоты.

Дальнейшее изучение и совершенствование процедуры может привести к увеличению производства биоэтанола и улучшению его качества. Крайне важно исследовать влияние различных параметров, таких как температура и использование различных ферментов. А также, проведение эксперимента с разными сортами, с разных точек города, несколько раз для получения более точного результата. Тем не менее, у нас получилось понять какая часть, какой сорт наиболее эффективен, тем самым оптимизируя метод производства биоэтанола из пшеницы.

Результаты этого исследования могут быть соответствующим образом использованы в области производства биотоплива и альтернативных источников энергии. Биоэтанол, полученный из пшеницы, может служить экологически чистым источником топлива, что имеет решающее значение для снижения зависимости от нефти и ограничения вредного воздействия на атмосферу. Мы показали наглядно сколько энергии дает полученный биоэтанол и то, что его можно использовать в качестве биотоплива.

В ходе этого проекта мы успешно продемонстрировали производство биоэтанола из отходов пшеницы, открывая новые горизонты для устойчивых источников энергии. Наши исследования подтвердили, что сорт “Омская 36” является оптимальным выбором для получения максимального выхода этанола.

Повторное использование сырья, включая стебелёк и ость, показало свою эффективность, улучшая экономическую составляющую процесса. Анализ различных компонентов пшеницы подчеркнул необходимость выбора правильных компонентов в зависимости от желаемых результатов.

Исследование также подтвердило биоэтанол как обещающий альтернативный источник энергии, обладающий потенциалом для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Рекомендуется более тщательно изучить влияние различных факторов, таких как концентрация фермента, температура и время, отведенное на каждый этап, чтобы еще больше усовершенствовать процедуру. Кроме того, было бы целесообразно проверить экономическую целесообразность и масштабируемость производства. Следует также рассмотреть возможность использования более совершенных инструментов.

*Подводя итог*, можно сказать, что мы выполнили все задачи нашего исследования и проведенное исследование дает нам возможность рассматривать систему обмолота, включающую структуры пшеницы, как перспективный план производства биоэтанола. Продолжение экспериментов и эволюция этой системы могут привести к созданию более эффективных и экологичных топливных ресурсов, способствующих производству решений для использования возобновляемых источников энергии. Многие люди проявили интерес к альтернативным источникам энергии, таким как биоэтанол из пшеницы, о чем они раньше не подозревали. Это подчеркивает важность дальнейшего изучения этой области и необходимость проведения образовательных и информационных кампаний в этой области.

**Список источников:**

1. Г.А Терентев, В.М Тюков, Ф.В Смаль, Моторные топлива из альтернативных сырьевых ресурсов, Издательство “Химия”, Год :1989, стр123.
2. Дикерсон Р., Грей Г., Хейт Дж. Основные законы химии в 2-х томах. Пер. с англ- М: Мир, 1982-620 с., ил.-Т.2, стр: 312-315, год: 1982.
3. И.П Мухленов, А.Я Авербух, Д.А. Кузнецов, Е.С. Турмакина, И. Э. Фурмер. Общая химическая технология : Учеб. Для химиков О-28 техн.спец.вузов. В 2-х т. Т. 2.Важнейшие химические производства. Издательство «Высшая школа», стр202-204, 1984 год.
4. Д.И. Орочко, А.Д. Сулимов, Л.Н. Осипов. Гидрогенизационные процессы в нефтепереработке. Издательство «Химия». 1971 год.
5. Никонов А.Н., Потапова С.О., Нефтяная промышленность, как один из серьезных загрязнителей окружающей среды. Текст научной статьи по специальности «Энергетика и рациональное природопользование», 2017.
6. M. Kapoor, D. Panwar, G.S. Kaira, Bioprocesses for Enzyme Production Using Agro-Industrial Wastes: Technical Challenges and Commercialization Potential, Agro-Industrial Wastes as Feedstock for Enzyme Production, CSIR- Central Food Technological Research Institute, Mysuru, IndiaPages 61-93, 2016.
7. Алексеева З.Н.1, Реймер В.А.1, Клемешова И.Ю.1, Чупина Л.В.1, Активированные корма из отходов зернового производства, Новосибирский

государственный аграрный университет, Страницы: 50-55, номер: 10 (178),

Год: 2007 Страницы: 50-55

1. Тимур Дауранов, Особенности национального сельского хозяйства: пшеница, Jusan analytics, 2022.
2. H. Wang, M. Yan, J. Xu, J. Zhang, L. Chen, X. Zhang, Y. Li, L. Zhang, T. Hu,

Y. Liu, S. Li, J. Wang , "Bioethanol production from wheat straw using a hammer mill–knife mill hybrid system", H. Wang, M. Yan, J. Xu, J. Zhang, L. Chen, X. Zhang, Y. Li, L. Zhang, T. Hu, Y. Liu, S. Li, J. Wang, страницы: 129-135, год: 2017

1. Иванова, Е. В., и др. "Анализ возможности использования биотоплива на основе отходов лесопильной промышленности." Экологический вестник России, № 2, сс. 62-67., 2017.
2. Ф. Ш. Вильданов (к.т.н., в.н.с.)1, Ф. Н. Латыпова (к.х.н., доц.)1, Р. Р.

Чанышев (д.т.н., в.н.с.)1, С. В. Николаева (к.х.н., доц., зав. каф.)2 Современные методы получения биоэтанола, Башкирский химический журнал, 1стр. ,№2, 2011.

1. Зиновьева М.Е, Волкова Т.С., Шафигуллина Н.Ф., Особенности ферментативного гидролиза целлюлозосодержащего сырья ферментным препаратом "целлолюкс-а"., Вестник технологического университета, Учредители: Казанский национальный исследовательский технологический университет, Том: 21 Номер: 3 Год: 2018 Страницы: 56-58.
2. Гернет Марина Васильевна, Хашукаева Бэла Руслановна, Грибкова Ирина Николаевна, Кобелев Константин Викторович, Влияние температуры, рН и кислорода на образование вторичных продуктов брожения при получении напитков на основе чая, Текст научной статьи по специальности «Промышленные биотехнологии», стр: 1-3, 2017.
3. Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Кузьмина Е.И., Шилкин А.А., Способ определения происхождения этанола в алкогольной продукции, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова" РАН, 1стр., 2017.