

*Выводы.* В результате проведенных исследований, нами было установлено, что наиболее предпочтительной методикой проращивания семян и получения сенцев представителей рода *Abies* и *Pseudotsuga* является осенняя стратификация с выращиванием семян с закрытой корневой системой.

Наиболее универсальным методом проращивания семян в открытом грунте является стратификация семян в чистом песке. Метод стратификации семян при выращивании сеянцев в открытом грунте не влияет на биометрические показатели сеянцев исследованных видов.

Добавление хвойного опада в почвенную смесь подавляет всхожесть семян представителей рода *Abies* и *Pseudotsuga*.

Выращивание сеянцев с закрытой корневой системой без применения дополнительных стимулирующих факторов негативно сказывается на ростовых показателях сеянцев.

#### Литература:

1. Вавилов, Н. И. Генетика на службе социалистического земледелия – М.-Л.: Наука, 1932. – 237 с
2. Малеев, В. П. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции: приложение 60. – Л., 1933. – 72 с.
3. Трулевич Н.В. Эколого-биологические основы интродукции растений. М., 1991. – 216с.
4. Крылов, Г.В. Кедр – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 216 с
5. Гиргидов, Д.Я. Интродукция древесных пород на северо-западе СССР / Д.Я. Гиргидов. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1955. – 48 с
6. Дроздов, И.И. Хвойные интродуценты в лесных культурах – М.: МГУЛ, 1998. – 137 с
7. Лесная энциклопедия: В 2 т./Редкол.: Г. И. Воробьев [и др.]. -М: Советская энциклопедия, 1985. -Т. 1 - 563с.
8. Крылов, Г.В. Пихта/ Г.В. Крылов, И.И.Марадудин, Н.И. Михеев, Н.Ф. Козакова. М.: Агропромиздат, 1986. - 239 с.;
9. Материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию Центрального ботанического сада НАН Беларуси (6–8 июня 2017 года.); Нестерович Н. Д. Интродукционные районы и древесные растения для зеленого строительства в Белорусской ССР: Справочник. Минск: Наука и техника, 1981. 111 с
10. Лапин П.И., Калущкий К.К., Калущкая О.Н. Интродукция лесных пород – М.: Лесн. пром-сть, 1979. – 224 с
11. Лапин, П.И. Интродукция лесных пород /П.И. Лапин, К.К. Калущкий, О.Н.Калущкая,-М.: Лесн. Пром-сть, 1979. – 224с.
12. Радюкина, Н.Л. Изучение индуцибельных и конститутивных механизмов устойчивости к солевому стрессу у гравилата городского // Физиология растений. – 2007. – Т. 54. – № 5. – С. 692–698.;
13. Аббарова А.Р. Псевдотсуга Мензиса в Башкирском предуралье. Посевные качества семян // Вестник ОГУ - №6 - 2009 - С.23-24
14. Попов В.К., Попова Н.М. О предпосевной обработке семян сосны обыкновенной экологически чистыми экстрактами из древесных растений. Комплексная продуктивность лесов и организация многоцелевого лесопользования /Тезисы Всероссийской конфконференции – Воронеж(13-14 декабря. 1995г.) – Воронеж – 1996.-С.175-176
15. Г. Грюммер. Взаимное влияние высших растений - аллелопатия. -М.: Издательство иностранной литературы - 1957. - С 13-27;
- Новицкая Ю.А. О выделении химических веществ листьями древесных растений / Ю.А. Новицкая // Физиолого-биохимические основы взаимодействия растений в фитоценозах. – М., 1966. – С. 234–239.
16. Матвеев Н.М. Некоторые данные по аллелопатическим взаимоотношениям между древесными и травянистыми растениями в условиях степи // Физиолого-биохимические основы взаимного влияния растений в фитоценозах.— М.: Наука, 1966. – С. 215–223
17. Семена деревьев и кустарников. Методы определения всхожести: ГОСТ 13056.6—97. Введ. 01.07.1998. минск: Изд-во стандартов, 1998. 27с
18. Удольская Н.Л. Введение в биометрию. Изд-во «Наука»: Алма-Фтф 1976 84с.

**Рахимгерей Н.Е.**, Карагандинский государственный университет имени академика Е.А. Букетова, биолого-географический факультет, гр. БТ-34, студент  
(*Научный руководитель –к.б.н., доцент Тлеукенова С.У. )*

### **ВЛИЯНИЕ КРИОЗАМОРАЖИВАНИЯ НА ЭНЕРГИЮ ПОКОЯ И ПЕРИОД ПРОРАСТАНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ХВОЙНЫХ РАСТЕНИЙ РОДА PINUS**

В настоящее время рост населения планеты заставляет искать новые способы выращивания овощных культур. Одним из таких методов является выращивание культур в системе гидропонике,

которые по отношению к классическим методам имеет ряд преимуществ [1,2]. Отсутствие в необходимости значительных площадей, а также возможность контроля за ростовыми процессами, делает гидропонику универсальным способом увеличения продуктовой корзины и продовольственной безопасности [3].

При этом для оборота и получения массовых урожаев требуются быстрорастущие культуры. Одним из показателей таких культур является энергия прорастания и покоя семян. Неглубокий физиологический покой характерен для свежесобранных семян. Он обычно проявляется в полном отсутствии прорастания или пониженной всхожести семян, а нередко в сужении диапазона температурных или световых условий прорастания. Биологически созревшие семена, находящиеся в неглубоком покое, обладают значительной устойчивостью к воздействию различных неблагоприятных условий внешней среды. Их длительное существование с сильно пониженным обменом и минимальным расходом запасных питательных веществ обусловлено наличием оболочек, малой обводненностью, пониженной набухаемостью и явлением так называемого обособления протоплазмы [4]. Для косточковых культур характерны семена с продолжительным и глубоким периодом покоя. Для прорастания таких семян требуется значительные предпосевные обработки, в результате которых происходит дозревание семян и окончательное формирование зародыша [5].

Причиной покоя у семян могут быть состояние ткани эндосперма, окружающие эмбрион, либо гормоны прорастания-торможения включающиеся в конкретных средах [6]. Феномен семенного покоя можно рассматривать на уровне одного материнского растения, которые передают механизмы для поддержания контроля прорастания семян потомства, а так же поведение и порождение гетерогенности в свойствах семян потомства [7]. Гормональный дисбаланс между ингибиторами прорастания (например, абсцизовая кислота) и стимуляторами роста (например, гиббереллины) являются основной причиной возникновения нарушения покоя семян [8-11].

Различия в состоянии гормонов повлияет на экспрессию генов, требующихся для прорастания [6,7]. В исследованиях Павловского по протеомному влиянию гормонов на энергию покоя было обнаружено, что абсцизовая кислоты (АБК) в основном снижает количество белков, тогда как гиббереллиновой кислоты (ГК) регулирует количество белков, участвующих в контроле энергии покоя [6]. В результате выше сказанного целью нашего исследования стало изучение изменения показателей энергии прорастания и покоя семян некоторых видов хвойных растений после криозаморозки.

*Объекты и методы.* Эксперименты по криоконсервации объектов исследования выполнялась на базе лаборатории биотехнологии и молекулярной генетики биолого - географического факультета КарГУ им.Е.А.Букетова.

Объектом исследования являлся семенной материал 3 видов хвойных растений относящиеся к роду *Pinus*. Это Сосна Банкса - (*Pinus banksiana*), Сосна Скрученная - (*Pinus cotarta*), Сосна Густоцветная – (*Pinus densiflora*). Исследуемые семенеполучены по программе исследования интродукции хвойных растений в аридных условиях степей между КарГУ и Московской лесосеменной станцией. Все семена были получены методом искусственного расшелушивания семенных шишек в сентябре 2017 года.

Перед закладкой семян на хранение была определена масса 1000 семян и их влажность. (Таблица 1). Хранение семян до посадки проходило в стандартных условиях при температуре 15<sup>0</sup>С, относительной влажности 77%, в бумажных пакетах.

Перед стратификацией определяли массу 1000 семян. Взвешивание проводилось на аналитических весах НПВ 220 в трех кратной повторности с вычислением среднего значения массы семян. Результаты взвешивания семян вносились в таблицу.

Таблица 1 - Масса 100 семян различных видов хвойных растений рода *Pinus*

Название вида	Масса 1000 семян, гр	Влажность (%)
Сосна скрученная	0,645±	4,7%
Сосна густоцветная	1,261±	4,3%
Сосна Банкса	0,423±	4,5%

Для исследования влияния глубокой заморозки на сохранность семян использовались два вида криопротекторов: односоставные и двусоставные. В качестве криопротекторов использовались 20% и 40% растворы глюкозы, сахарозы и глицерина, а также различные их комбинации при составлении 2-

х компонентных криопротекторов. Таким образом в опытах были использованы следующие комбинации криопротекторов: (Таблица 2)

Таблица 2 - Комбинации криопротекторов, использованных в опытах

Вариант	Содержание	Вариант	Содержание
1 Вариант	контроль	8 Вариант	40% сах+20% гл
2 Вариант	20% сах	9 Вариант	40%глю+20%гл
3 Вариант	20% глю	10 Вариант	20%глю+20%гл
4 Вариант	20% гл	11 Вариант	40%глю+40%гл
5 Вариант	40% сах	12 Вариант	20%глю+40%гл
6 Вариант	40% глю	13 Вариант	20%сах+40%гл
7 Вариант	40% гл	14 Вариант	40%сах+40%гл

Проращивание семян проводилось в лабораторных условиях в контейнерах на почвенной смеси, которая состояла из почвенного грунта и опилок в соотношении 2:1. Семена высевались на глубину 1,5 см и накрывались почвенным слоем. Семена высаживались в строчку по 25 семян в пяти повторностях.

Температура проращивания составила 22- 24 °С. Полив осуществлялся дистиллированной водой, нормируя объем, 10 л на 1 кв.м.

Для определения жизнеспособности семенного материала изучаемых видов в лабораторных условиях исследовали показатели грунтового прорастания (всхожесть и энергия прорастания) согласно общепринятым методикам [12]. Энергия прорастания определялась на 20 сутки, всхожесть семян определялась на 30 сутки после посева.

Статистическую обработку результатов вели по методике Н.Л. Удольской [13]. Определение достоверности различий всхожести семян между различными вариациями криопротекторов проводили с использованием критерия Стьюдента.

*Результаты и обсуждения.* Сравнение периодов прорастания исследуемых видов на влияние криопротекторов выявил, что из шести используемых видов криосмесей в пяти случаях наименьший период прорастания отмечен у сосны скрученной. В варианте с криопротектором содержащего 40% глицерина и 40% глюкозу наименьший период прорастания установлен у *P. banksina* 13,8 сутки.

В результате выше сказанного можно сделать вывод, а том, что криопротектора состав, которого входит 40% глицерина и 40% глюкоза обладают универсальным воздействием снижающим период прорастания семян после криозаморозки до относительно минимальных значений.

Анализ результатов влияния односоставных криопротекторов на период прорастания семян после глубокого замораживания показал, что в отличие от двухсоставных криопротекторов у всех исследуемых видов отмечено увеличение периодов прорастания по отношению к контрольным показателям (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты всхожести семян хвойных растений

№№	<i>P. cotarta</i>	<i>P. banksina</i>	<i>P. densiflora</i>
	Период прорастания, сутки	Период прорастания, сутки	Период прорастания, сутки
1 вар	21,7	19,6	25,3
2 вар	27,3	0,0	0,0
3 вар	30,0	29,0	0,0
4 вар	25,6	28,3	29,8
5 вар	0,0	0,0	0,0
6 вар	0,0	0,0	0,0
7 вар	0,0	0,0	0,0
8 вар	0,0	0,0	0,0
9 вар	19,5	21,0	21,0
10 вар	13,0	23,0	0,0
11 вар	14,8	13,8	17,0
12 вар	17,0	0,0	0,0
13 вар	15,5	16,3	21,9
14 вар	18,4	20,33	21,6

Наименьший период прорастания у всех трех исследуемых видов отмечался при влиянии криопротектора содержащего глицерин в концентрации 20%. Так у *P. cotartav* данной вариации криопротектора зафиксирован период прорастания равный 25,6 сутки, у *P. banksina* 28,3 сутки, а *P. Densiflora* период прорастания при влиянии 20% глицерина составил 29,8 сутки.

У *P. banksina* и *P. cotartav* проведенных исследованиях наибольший период прорастания отмечен на фоне влияния односоставного протектора состоящего из 20% сахарозы на 29,00 сутки и 30,00 сутки соответственно, а у сосны густоцветной наибольший показатель прорастания семян выявлен при влиянии криопротектора состоящего из 20% глицерина - 29,80 сутки.

Сравнение результатов влияния двухсоставных и односоставных криопротекторов выявил, что наибольшее влияние на снижение периода прорастания семян сосен после криозаморозки оказывают криосмеси состоящие из двух криопротекторов. Снижение периода прорастания семян при влиянии таких криосмесей может составлять от 5,8 до 8,7 сут. Что может иметь крайне благоприятное влияние при использовании криозаморозки для проведения предпосевной подготовки семян в условиях короткого благоприятного периода весной в Центральном Казахстане.

Сопоставительный анализ состава криопротекторов с результатами исследования выявило, что наличие в криопротекторе 40% раствора глицерина значительно влияет на сохранность семян исследуемых видов при криозаморозке и энергию прорастания семян по сравнению с криопротекторами содержащими 20% раствор глицерина. Только у *P. cotartav* варианте 8 зафиксирована высокая энергия прорастания на уровне 40%.

В случае 40% раствора глюкозы можно отметить, что показатели энергии прямо пропорциональны концентрации раствора глицерина, а периода прорастания имеет обратно пропорциональную тенденцию прорастания.

При рассмотрении влияния растворов глюкозы и сахарозы в составе двухсоставных криопротекторов можно отметить, что 20% растворы сахарозы имеют такое же влияние на семена, как и 40% растворы глюкозы. Так при расчете достоверного различия между вариантами 12 и 13 достоверного различия выявлено не было. Тогда как между вариантами 11 и 13, а также 12 и 14 достоверность различия показателей составила  $p < 0,001$ .

Также наблюдается корреляция влияния между влиянием растворов глюкозы и сахарозы. Так можно отметить, что вариации

Результат проведенных исследований показал, что раствор 40% сахарозы+20% раствором глюкозы отрицательно влияет на энергию прорастания и всхожесть семян. Если мы будем рассматривать влияние 20% раствора глюкозы на энергию прорастания и период покоя семян, то мы можем увидеть, что должных результатов это не показало. Лишь криопротектор в составе 20% раствора глицерина и 20% глюкозы дал наилучшие результаты у семян вида *P. cotarta*, а у других видов семян не наблюдалась энергия прорастания.

Анализ результатов влияния криопротекторов на период прорастания семян в грунте, выявил, что высокие концентрации сахарозы (40%) в растворе криопротекторов отрицательно влияют на период прорастания семян. Данный эффект снижается при увеличении содержания раствора глицерина в криопротекторе. При рассмотрении влияния концентрации сахарозы взаимодействием 40% раствора глицерина было отмечено, увеличение периода прорастания семян, за исключением данного показателя у *P. densiflora*.

При рассмотрении влияния раствора 40% глюкозы было выявлено, что значение период прорастания прямо пропорционален содержанию раствора глицерина в криопротекторе. Также увеличение концентрации глюкозы в большинстве вариации уменьшает период прорастания семян. Так из трех случаев, где была зафиксирована период прорастания семян в обеих концентрации криопротекторов, в двух случаях период прорастания снижался более чем на двое суток.

В целом можно отметить, что наименьшее воздействие на показатель периода прорастания криозамораживание оказывает на *P. cotarta*. Так показатели периода прорастания во всех вариациях не превышают значение даты контроля энергии прорастания.

Как было отмечено выше, криозаморозка и применение криосмесей с последующей криозаморозкой заметно снижает период прорастания семян в грунте. Для дальнейшего подтверждения данного этой теории был проведен сравнительный анализ данных полученных в нашей лаборатории по влиянию стратификации на энергию прорастания, всхожесть семян (основные критериальные показатели) и период прорастания семян сосен. Для этого было проведено сравнение наилучших показателей влияния криопротекторов и контрольных показателей с ранее проведенными экспериментами.

Так по данным Сирман Д.Ю. Сайлбек Ж. [13] энергия прорастания и всхожесть семян у *P. cotarta* и *P. banksiana* после криозаморозки значительно зависит от типа применяемого криопротектора (Таблица 4).

Таблица 4 - Энергия прорастания, всхожесть семян и период прорастания семян при стратификации и криозаморозке

№№	Сосна скрученная		Сосна Банкса		Сосна густоцветная	
	Э.П.(%)	Пер.прор(сут.)	Э.П.(%)	Пер.прор(сут.)	Э.П.(%)	Пер.прор(сут.)
1 вар	28,9	21,7	9,0	19,6	0,33	25,3
2 вар	0,0	27,3	0,0	0,0	0,0	0,0
3 вар	0,0	30,0	0,0	29,0	0,0	0,0
4 вар	0,0	25,6	0,0	28,3	0,0	29,8
5 вар	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6 вар	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7 вар	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8 вар	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9 вар	1,3	19,5	0,0	21,0	0,0	21,0
10 вар	40,0	13,0	0,0	23,0	0,0	0,0
11 вар	20,0	14,8	11,1	13,8	2,2	17,0
12 вар	3,3	17,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13 вар	24,4	15,5	4,3	16,3	0,3	21,9
14 вар	2	18,4	3,3	20,33	1,0	21,6

Результаты проведенных исследований показали, что в большинстве случаев применение криопротекторов отрицательно влияет на энергию прорастания и период прорастания семян. Так из 13 вариантов криопротекторов в у *P. cotarta* в 7 вариациях отсутствуют показатели энергии прорастания, а в четырех случаях период прорастания выше значения даты при которой определялась энергия прорастания. У *P. banksiana* и *P. densiflora* в 10 из 13 случаев не было зафиксировано значения энергии прорастания. При этом у *P. banksiana* в 6 случаях период прорастания выше значения даты при которой определялась энергия прорастания, а у сосны густоцветной данный показатель отсутствовал в 8 случаях.

**Выводы.** Результаты исследования выявили, что наиболее устойчивым видом Сосны при влиянии криопротекторов на фоне криозамораживания является *P. cotarta*. Наименее устойчивым видом является *P. densiflora*.

Наибольшее влияние на устойчивость семян к криозаморозке оказывает двусоставные криопротекторы содержащие растворы 40% глицерина + 40% глюкозы. Данный эффект выражается как в высоких энергиях прорастания, так и в низких показателях периодов прорастания.

Выявлена коррекция изменения показателя энергии прорастания в зависимости от концентрации раствора глицерина.

Наименьший эффект на устойчивость семян оказывает раствор 20% глицерина + 20% сахарозы.

Наряду с эффектом раствора 40% глицерина + 40% глюкозы отмечено аналогичное влияние с изменением показателей некоторых параметров раствора 40% глицерина+20% сахарозы. Данные результаты могут быть следствием того, что молекулярная масса 20% сахарозы соответствует молекулярной массе 40% глюкозы. Таким образом, общая концентрация мономеров в клетке относительно равна, что и вызывает данный эффект.

#### Литература:

1. Т.В. Седых, С.В. Погребняк Рост и продуктивность огурца в зимних теплицах в осенне-зимнем культурообороте на малообъемной гидропонике ООО «СИБАГРОХОЛДИНГ» // Вестник ОмГАУ - 2016 - №3(23) - С.53-58
2. Серёгин М. В. Урожайность листового салата в зависимости от вида фиксирующего субстрата и способа проращивания семян // Гаврический научный обозреватель -№ 2 (19) — февраль 2017 – С.135-137
3. Балашева И.Т., Сирота С.М. Козарь Е.Г., Пинчук Е.В. Технологии будущего в овощеводстве защищенного грунта:Многоярусныеузкостелажная гидропоника// Вестник ОрелГАУ - №3(66) – 2017 – С.71-74
4. Окнина, Е.З. Процесс стратификации семян косточковых и семян плодовых растений при прорастании // Тр. Ин-та физиологии растений АН СССР. – М., 1953. – Т.8. – Вып. 1.– С
5. Д.И. Спицын, И.П. Спицын, А.В. Гугнявых. Биология формирования всхожести семян у вишни Вестник ТГУ, т.9, вып.1, 2004

6. Tomasz A Pawłowski Proteome analysis of Norway maple (*Acer platanoides* L.) seeds dormancy breaking and germination: influence of abscisic and gibberellic acids), *BMC Plant Biology* 2009, 4 мая.;
7. Стивен Пенфилд, Покой семян и прорастание. Отдел генетики сельскохозяйственных культур, Джон Иннес
8. Т. Павловски: Протеомиканарушения покоя семян европейского бука (*Fagus sylvatica* L.): влияние абсцизовой и гиббереллиновой кислоты, *Proteomics* 2007, 7:2246-2257;
9. К. Шибани, С. Али-Рашеди, К. Джоб, Д. Джоб, М. Джулиен, П. Граппин: Протеомный анализ покоя семян Резуховидки, *PlantPhysiol* 2006, 142:1493-1510.;
10. К. Ли, К. Чиен, К. Лин: Белковые изменения между дремлющими и покоящимися семенами вишни колокольчатой, *Proteomics* 2006, 6:4147-4154;
11. Ф. Кановас, Е. Думас-Гаудот, Г. Рекорбет, Дж. Джоррин: Протеомный анализ растений, *Proteomics* 2004, 4:285-298.
12. Николаева М.Г., Разумова М.В., Гладкова В.Н справочник по проращиванию покоящихся семян – Л:Наука – 1985 – 348с.
13. Удольская, Н. Л. Введение в биометрию. Алма-Ата : Наука, 1976. - 72 с.
14. Сирман Д.Ю., Бялова М.Ж., Сейлбек Ж Влияние криозамораживания на всхожесть семян некоторых представителей рода Сосна (*Pinus*) на фоне использования одно – и двухсоставных криопротекторов // Теория и практика научных исследований (Theory and practice of research): Материалы Международной (заочной) научно-практической конференции (27 сентября 2018 года) - // – Нефтекамск: «Мир науки», 2018 – С.11-25.

**Рустем А.Е., Сейтжан Р.С.,** академик Е.А. Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті, химия факультеті, ХТНВ-41 тобы, студенттер  
(*Ғылыми жетекші – PhD докторы, аға оқытушы Түсіпхан А.*)

### **БІРІНШІЛІК ТАС КӨМІР ШАЙЫРЫНЫҢ ОРТА ФРАКЦИЯЛАРЫН КАВИТАЦИЯЛЫҚ ӨНДЕУ**

Қазіргі таңда мұнайдың табиғи көздерінің сарқылуына және сұйық моторлы отындардың бағасының өсуіне орай мұнайды жоғары эффективті технологияларға және мұнай емес шикізатының альтернативті түрлеріне қызығушылық артып жатыр. Мұнайдан отындарды, биомұнайды және өсімдік майларын алу кезінде физика-химиялық интенсификация әдістері ретінде кавитацияны жиі қарастырады. Шынымен, кавитациялық көпіршіктер қабысу кезде қысым мен бірнеше мыңдаған °С жететін температураның локальды пульсациялары және сәйкесінше 10000 жұп пайда болады. Сондықтан қабысатын көпіршіктің аймағы және көпіршіктің өзі ерекше химиялық реактор болады, онда инициациялар мен әртүрлі химиялық айналулардың жүруі мүмкін. Сонымен қатар, кавитацияға соқпалы толқындар процесстері ілеседі, және де ағынның сұйық және қатты компоненттерінің диспергирленуі мен турбулентті араласуына ықпалын тигізеді.

Мұнай отындарының барлық физика-химиялық сипаттамалары олардың фракциялық және компоненттік құрамынан тәуелді болып келеді, сондықтан отындардың қасиеттерін зерттеу фракциялық және компоненттік құрамының өзгертуімен жүргізіледі.

Наноөлшемді катализаторларды қолдана отырып кавитация процесін жүргізу реакция өнімдерінің шығымын ғана арттырмайды сонымен қатар алынған материалдардың сипаттамаларын реттеуге мүмкіндік береді. Нанобөлшектердің катализде қолдану мақсатқа сай болуы біріншіден, катализатордың меншікті бетіне пропорционал келетін, химиялық белсенділігіне байланысты. Нанобөлшектерден тұратын катализатордың меншікті беті, гетерогенді катализаторға қарағанда үлкен екені, ал екіншіден, өлшемді эффектімен айқын. Нанобөлшектердің көптеген қасиеттері олардың өлшемдеріне байланысты болады, сондықтан, оларды өзгерте отырып, нанокатализатордың белсенділігі мен селективтілігін өзгертуге болады.

Темір оксидінің негізіндегі каталитикалық жүйелердің артықшылықтары олардың қол жетімділігі мен қатысты қарапайым әдістермен олардың регенирацияға мүмкіндігі белгілі, сондықтан олар кең қызығушылықты тудырады. Осыған орай кавитациялық өндеу процесін қолдану кезінде шығатын өнімдердің шығымына әсерін зерттеу және олардың синтез әдістерін жасау қажеттілігі туындайды.

Эксперименттік бөлім. Кавитациялық өндеу 1000 Вт қуатымен роторлы қондырғыда (1-сурет) жүргізілді, зерттеу объектісі жазғы маркалы дизель отыны қолданды. 40-70°C температура аралығында, өндеу уақыты 4-7 мин құрады, өңделетін дизель отынының көлемі - 150 мл.