

муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение «Средняя  
общеобразовательная школа № 2 пгт. Кировский Кировского района»  
Приморского края

Районный конкурс учебно-исследовательских работ учащихся

«Путь к успеху»

### **Получение резины из картофеля**

Выполнил:

Савин Ярослав Вячеславович,  
учащийся 11 класса

Руководитель:

Найчук Оксана Владимировна,  
учитель химии и биологии

пгт. Кировский  
2024

## Содержание

1. Введение.....	3-4
2. Основная часть.....	5-11
2.1. Методы получения этилового спирта из картофеля .....	5-6
2.2. Переход к дивинилу: технологии переработки этанола.....	6
2.3. Экономическая эффективность процесса .....	6-8
2.4. Экологическая устойчивость производств.....	8-9
2.5. Проблемы и перспективы внедрения технологии.....	9-10
2.6. Будущее альтернативных источников каучука.....	10-11
3. Заключение.....	12-13
4. Информационные источники.....	14

## 1. Введение

**Тема:** «Получение резины из картофеля».

**Актуальность:** использование картофеля как сырья для производства резины открывает новые горизонты в области экологической устойчивости и разнообразия источников сырья. Основным процессом заключается в получении этилового спирта из картофеля, который затем превращается в дивинил, основной компонент синтетической резины. Исследования, проведенные в СССР, под руководством ученых, таких как Лебедев, продемонстрировали высокую потенциальную отдачу от использования картофеля как исходного материала для производства резины. Этот подход к производству является важным шагом в поиске альтернативных источников сырья, поскольку традиционные источники каучука становятся все более ограниченными.

Процесс получения дивинила из этилового спирта основан на нагревании паров спирта в присутствии катализаторов, таких как оксиды цинка и алюминия. При высоких температурах (400-500<sup>0</sup>C) происходит реакция, превращающая этанол в дивинил, обеспечивая получение синтетической резины. Такой метод позволяет использовать недорогие и доступные сырьевые ресурсы, что является преимуществом для расширения производства.

Производство синтетической резины из картофеля не является новым подходом. Первые опытные образцы синтетической резины на основе картофельного сырья были разработаны еще в середине XX века. Это подчеркивает давнее стремление ученых к поиску новых технологий переработки традиционных сельскохозяйственных культур в высокотехнологичные продукты. Производство резины из картофеля также открывает возможности для создания более устойчивых и экологически чистых производственных процессов, что в современном мире становится особенно актуальным на фоне глобальных экологических проблем.

Одним из ключевых аспектов внедрения таких технологий является исследование и понимание химических реакций, происходящих в процессе. Важную роль здесь играет кислота Льюиса, которая может улучшить конверсии сахаров картофеля в ценные продукты, такие как каучук. Это подчеркивает необходимость дальнейшего изучения термодинамических и кинетических особенностей реакций, чтобы оптимизировать условия производства. Такой подход не только способствует эффективному использованию ресурсов, но и способствует снижению отходов.

Получение резины из картофеля не только расширяет горизонты использования растительных ресурсов, но и открывает новые пути для непрерывного совершенствования производственных технологий. На фоне нарастающего давления на традиционные источники сырья и необходимости минимизации негативного воздействия на окружающую среду, этот подход может занять важное место в современной химической промышленности, обеспечивая устойчивое развитие и новые возможности для инноваций.

**Проблема:** можно ли синтезировать резину альтернативными способами?

**Объект исследования:** картофель, этиловый спирт, дивинил.

**Предмет исследования:** химическая возможность получения резины из картофеля.

**Гипотеза:** я предполагаю, что есть более экологичные способы получения резины.

**Цель:** узнать, возможно ли синтезировать резину из картофеля.

**Задачи:**

1. Рассмотреть методы получения этилового спирта из картофеля.
2. Изучить технологии обработки этилового спирта.
3. Выяснить, насколько выгодно синтезировать резину из картофеля.
4. Показать экономическую эффективность процесса и экологическую устойчивость производств.

**Методы исследования:** сбор информации, анализ данных и обобщение данных.

**Новизна:** в ходе проекта я выясню, можно ли использовать картофель для более эффективного, экологически чистого и выгодного синтеза резины.

## 2. Основная часть

### 2.1. Методы получения этилового спирта из картофеля

Получение этилового спирта из картофеля представляет собой интересный процесс, основанный на различных биохимических преобразованиях. В основе технологии лежит использование крахмала, содержащегося в клубнях, который может достигать 20% от общей массы картофеля.

Процесс можно разделить на несколько ключевых этапов: начальная подготовка сырья, гидролиз крахмала, брожение, и перегонка. На начальном этапе важным условием является выбор качественного картофеля с высоким содержанием крахмала, так как это напрямую сказывается на выходе конечного продукта. Крахмал превращается в сахара при помощи ферментов (например, амилазы) или под воздействием кислот, что характерно для гидролиза. Важно отметить, что при осуществлении данного процесса может возникнуть неприятный эффект, связанный с серосодержащими аминокислотами, присутствующими в картофеле, что негативно сказывается на вкусовых качествах дистиллята. Для минимизации этого эффекта рекомендуется использовать медные компоненты в перегонном оборудовании, которые могут помочь улучшить конечный продукт.

После превращения крахмала в сахара, начинается этап брожения. Здесь используются дрожжи, которые присоединяются к организмам сахара, производя этиловый спирт и углекислый газ. Объем получаемого спирта зависит от содержания сахара в исходном материале, и теоретически, из одной тонны картофеля можно получить до 112 литров этилового спирта.

После завершения брожения полученная брага поддается перегонке. Это важный этап, так как именно в процессе перегонки происходит извлечение спирта-сырца. Для получения высококачественного продукта, дистиллят может поддаться дополнительной стадии ректификации, что позволяет убрать нежелательные примеси и повысить чистоту спирта. Таким образом, данный метод имеет высокую эффективность как с точки зрения выхода готового продукта, так и в плане вторичных продуктов. Из одной тонны картофеля, помимо этилового спирта, возможно получение около 55 килограммов жидкой углекислоты и 1500 килограммов барды, которая может использоваться в качестве корма для животных.

Картонный крахмал, благодаря своей структуре и химическому составу, обеспечивает высокий выход спирта, что делает картофель особенно привлекательным сырьем для производства этилового спирта. Важно учесть, что на выход конечного продукта могут влиять задачи и условия, верно управляемые в процессе производства, включая процесс сбраживания и последствия кислотного влияния на улучшение качества спирта. Альтернативные источники, такие как древесина, также могут быть использованы для получения спиртов, однако картофель остается одним из самых доступных и практичных вариантов для домашних условий.

Технология получения этилового спирта из картофеля продолжают активно развиваться, что подчеркивает её актуальность в современном производстве.

## **2.2. Переход к дивинилу: технологии переработки этанола**

Процесс получения дивинила из этанола, полученного из картофеля, представляет собой новую перспективу в области химического производства. Переход к дивинилу возможен благодаря разработке одностадийного непрерывного метода, который демонстрирует не только высокую эффективность, но и конкурентоспособность на химическом рынке. В этом методе используется температура в диапазоне 395–405°C и LHSV 4–6 ч<sup>-1</sup> с добавлением пероксида водорода, что приводит к повышению производительности и селективности по сравнению с устаревшими подходами, такими как процесс Лебедева.

Важным аспектом данного процесса является то, что он исключает зависимость от нефтепереработки, что делает его более устойчивым и экономически выгодным. Поскольку этанол может быть получен из картофеля, это открывает новые горизонты для переработки сельскохозяйственной продукции в высокомаржинальные химические продукты. Дивинил, полученный из этанола, является основным сырьём для полимеризации, что позволяет создавать высокомолекулярные углеводороды, востребованные в различных отраслях.

Разработка новых технологий осуществляется совместно с ведущими научными учреждениями, такими как МГУ имени М. В. Ломоносова, и применяется в рамках крупных проектов, например, в фонде «Сколково». Таким образом, интеграция науки и практики становится важным элементом в создании эффективных производств.

Особое внимание уделяется выбору катализаторов, которые играют ключевую роль в процессе получения дивинила. Новые катализаторы, разработанные для данной технологии, обеспечивают не только высокую конверсии этанола в дивинил, но и минимизацию побочных продуктов. Это особенно важно для повышения общей эффективности производства и снижения затрат на переработку сырья.

Успешное применение данной технологии может значительно изменить рынок синтетических каучуков. Переход к использованию дивинила, полученного из возобновляемых источников, таких как картофель, может снизить экологическую нагрузку на производство и удовлетворить растущий спрос на устойчивые и экологически чистые материалы. В итоге, технологии, направленные на получение дивинила из этанола, не только решают вопросы обеспечения сырьем, но и способствуют переходу к более устойчивым экономическим моделям.

## **2.3. Экономическая эффективность процесса**

Процесс получения резины из картофеля представляет собой не только интересную альтернативу традиционным методам, но и может быть более

экономически выгодным по сравнению с другими источниками каучука. Экономическая эффективность такого производства определяется несколькими ключевыми факторами.

Во-первых, использование картофеля как сырья позволяет значительно сократить затраты на труд и ресурсы. Для производства 1000 тонн натурального каучука требуются большие объемы каучуконосных деревьев, а также необходимость привлечения большого числа работников. Примерно 3 миллиона деревьев и 5,5 тысяч человек затрачиваются на этот объем натурального каучука. Напротив, синтетический каучук, получаемый на основе картофеля, может быть произведен с задействованием всего лишь 15 человек. Данный аспект подчеркивает высокий уровень автоматизации и механизации процесса получения синтетического каучука из картофеля, что также снижает влияние на окружающую среду.

Во-вторых, производство резины из картофеля позволяет получить материал на базе более доступного сырья, что делает его конкурентоспособным на рынке, особенно в условиях нехватки природного натурального каучука. Также следует учитывать, что картофель, будучи сельскохозяйственной культурой, может быть выращен практически в любой стране, что открывает новые возможности для локальных производителей и снижает зависимости от импорта традиционного каучука.

С точки зрения возврата инвестиций, запуск производства резины из картофеля может быть более выгодным, чем традиционное производство. Правильная организация процессов от выращивания картофеля до переработки позволяет снизить себестоимость изделий. Оценивается, что срок окупаемости такого бизнеса может составлять от 5 месяцев, и он может стать стабильным источником дохода, если правильно подходить к вопросам организации.

Не менее важным является вопрос устойчивости такого производства к колебаниям цен на сырье. Существует вероятность того, что в условиях изменчивого сельского хозяйства валюта ресурсов, таких как масло и натуральный каучук, окажется под давлением. При этом картофель, как растение, обладающее высокой урожайностью и доступностью, может предложить более благоприятные условия для снижения рисков потерь от нестабильности сырьевых рынков.

Также стоит отметить, что переработка картофеля в каучук включает в себя несколько стадий, что создает дополнительные рабочие места и способствует развитию смежных отраслей. Если традиционный процесс получения натурального каучука требует значительных затрат на обработку, то переработка картофеля позволяет более эффективно использовать рабочую силу и ресурсы. В этом контексте экономическая эффективность не ограничивается лишь себестоимостью конечного продукта, но охватывает разнообразные аспекты социальной и экономической устойчивости производств.

Производство резины из картофеля обладает множеством преимуществ, как с точки зрения экономической выгоды, так и в вопросах устойчивости и экологичности. Это дает возможность обеспечить необходимый уровень производства и минимизировать зависимость от нестабильных угроз со стороны традиционных источников сырья.

#### **2.4. Экологическая устойчивость производства**

Вопрос экологической устойчивости производства резины из альтернативных источников, таких как картофель, становится особенно актуальным на фоне растущей потребности в устойчивых и экологически чистых материалах. Производственные процессы получения резины неразрывно связаны с выбросами вредных веществ, а также с загрязнением водоемов и атмосферного воздуха в результате применения традиционных методов обработки, таких как полимеризация и вулканизация. В этом контексте использование биоматериалов, включая каучук, полученный из картофеля, представляет собой значительный шаг к снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Одной из ключевых принципиальных задач, рассматриваемых при переходе на картофельную резину, является внедрение более эффективных технологий, которые способны минимизировать отходы и сократить потребление ресурсов. Использование картофеля в качестве сырья не только позволяет обойтись без использования резины, получаемой из неорганических источников, но и содействует утилизации вторичных продуктов растительного происхождения. Это открывает новые возможности для обеспечения цикличности в производственной цепочке и уменьшения нагрузки на ресурсы планеты.

Ценный вклад в экологическую устойчивость вносит возможность переработки отходов, образующихся при производстве резины. Например, комбинированные методы утилизации, включая синтетические добавки, позволяют ускорять разложение материалов, что в свою очередь улучшает экологическую обстановку окружающей среды. В отличие от традиционных резинотехнических изделий, каучук из картофеля обладает природными свойствами биоразложения, что уменьшает долговременное воздействие на экосистему.

Экологичные технологии также включают автоматизированные системы, которые обеспечивают контроль за выбросами с минимизацией их количества в процессе производства. На практике это может означать сокращение вредных выбросов, а также внедрение альтернативных методов обработки, таких как использование более чистых химических реагентов и технологий. Как свидетельствуют исследования, переход к эффективным методам производства одновременно способствует снижению экологической нагрузки и повышению экономической нагрузки на предприятия.

Нужно учитывать, что резина, получаемая из картофеля, открывает новый взгляд на сырьевые ресурсы и их переработку. Этим вызван интерес к

исследованиям по изучению свойств таких материалов, особенно в контексте их практического применения. Альтернативные каучуки, такие как тот, который производится из картофеля, могут оказаться не только менее вредными, но и более эффективными. Сравнительно низкие затраты на переработку и возможность получения высококачественных материалов делают данный подход актуальным для компаний, стремящихся к улучшению своих экологических показателей.

Следует отметить, что необходимо дальнейшее исследование свойств картофельного каучука для оценки его конкурентоспособности по отношению к традиционным материалам. Это включает как анализ физических и механических свойств, так и изучение экологических аспектов жизненного цикла таких изделий. Таким образом, сосредоточение усилий на исследованиях и разработках в области картофельной резины может привести не только к новым открытиям, но и к более устойчивому производству, которое будет способствовать защите окружающей среды и устойчивому развитию.

## **2.5. Проблемы и перспективы внедрения технологии**

Внедрение технологии получения резины из картофеля связано с целым рядом проблем и перспектив, которые необходимо учитывать для успешного осуществления процесса. Одна из основных сложностей заключается в необходимости адаптации текущих производственных линий. Технологические процессы, используемые в традиционном производстве синтетического каучука, существенно отличаются от требуемых для переработки растительных сырьевых компонентов, таких как картофель. Это затрудняет интеграцию новых решений в уже существующую инфраструктуру, что в свою очередь увеличивает затраты на модернизацию.

Важно учитывать также экономические аспекты. Существующие методики производства синтетических материалов требуют значительных вложений, а инвестиционные риски возрастают в условиях экономической нестабильности и введенных санкций. Наиболее актуальной выглядят перспективы замещения традиционного сырья альтернативными ресурсами, такими как картофельный крахмал, который может быть использован как основа для получения резины. Тем не менее, текущие экономические условия создают дополнительные сложности для запуска новых проектов в данной области. Например, с 30 июня 2024 года правительство вводит запрет на импорт синтетических каучуков из России, что затрудняет положение отечественных производителей, таких как ОАО «Синтезкаучук», и требует от них поиска новых решений.

Следующая проблема заключается в недостатке информации и специалистов, обладающих знаниями о новейших технологиях переработки картофеля в резину. В настоящее время в России наблюдается дефицит кадров в области полимерных материалов, что может затормозить внедрение новых технологий на рынке. Образовательные учреждения должны

переосмыслить свои образовательные программы и включить в них специализированные курсы, посвященные производству резины из растительных источников, чтобы подготовить квалифицированные кадры для будущей индустрии.

С экологической точки зрения, технологии, основанные на переработке картофеля, могут иметь множество преимуществ. Они способствуют уменьшению отходов, так как предполагается использование овощей, которые не отвечают требованиям рынка. Это позволяет не только максимально использовать природные ресурсы, но и снизить негативное влияние на окружающую среду. Тем не менее, необходимо учитывать, что создание вегетативной базы для такой линии производства также требует времени и средств, что увеличивает первоначальные затраты.

Существует множество перспектив, касающихся внедрения новых технологий. В последние годы активизировались исследования в области использования различных композиций, которые основаны на картофельном крахмале. Это может привести к созданию новых материалов, обладающих уникальными свойствами и получаемых из возобновляемых источников. Например, разработка бутадиена из спирта, получаемого из картофеля, представляет собой многообещающую область для будущих исследований. Это открывает новые горизонты для альтернативных методик, которые могут обеспечить устойчивое развитие и снизить зависимость от традиционных углеводородных источников.

Таким образом, несмотря на существующие проблемы внедрения технологии получения резины из картофеля, возможности для преобразования рынка на основе новых экспериментов и исследований выглядят многообещающими и потенциально приведут к более устойчивому и экономически эффективному производству. Для достижения этих целей требуются усилия, как со стороны государственных структур, так и со стороны бизнес-сообщества, которые должны объединить свои усилия для создания эффективной экосистемы, способствующей развитию новых технологий и обеспечению будущего за счет устойчивого использования ресурсов.

## **2.6. Будущее альтернативных источников каучука**

Альтернативные источники каучука, в том числе картофель, представляют собой важную перспективу для устойчивого развития промышленности. С ростом цен на натуральный каучук и увеличением спроса на синтетические аналогичные материалы растет интерес к исследованиям по использованию сельскохозяйственных культур в качестве сырья. Процесс получения резины из картофеля, основываясь на переработке крахмала и его последующем превращении в полимеры, позволяет не только заместить традиционные каучуки, но и создать более устойчивые и доступные варианты, которые могут удовлетворить потребности современной экономики.

Картофель как источник каучука имеет свои преимущества и недостатки. С одной стороны, он является доступным сырьем и может быть переработан в резину с использованием относительно простых технологий. С другой стороны, его эффективность в сравнении с традиционным натуральным каучуком может быть ниже, что ограничивает его применение в высоконагруженных рынках, таких как автомобилестроение или производство шин. Тем не менее, внимание к использованию картофеля в качестве альтернативного источника каучука свидетельствует о том, что индустрия стремится к более устойчивым решениям.

Исследования показывают, что на данный момент в мире активно ведутся работы по созданию новых полимеров, основанных на биосырье, которое может эффективно заменить традиционные высококачественные каучуки. Такие инициативы, как использование кукурузы или других культур для получения этилена и полимеров, подтверждают возможность внедрения более экономически и экологически чистых технологий. В частности, биоразлагаемые синтетические каучуки могут стать настоящей находкой для производителей, так как они помогают сократить объемы отходов и загрязнения окружающей среды.

Важно отметить, что известных проектов по эксплуатации новых видов каучука, таких как гуаюлы, который из-за своих гипоаллергенных свойств становится более популярным, также входит в сценарий возможной диверсификации источников качества и доступности сырья. Однако тот факт, что каучук гуаюлы не может полностью заменить натуральный каучук, ставит перед учеными ряд задач, связанных с улучшением его свойств и расширением применяемости.

Новые технологии переработки, а также современные методы очистки и улучшения свойств корнеплодов открывают дополнительную нишу для картофеля в производстве резины. Такие биотехнологические подходы могут существенно повысить интерес к использованию картофеля и других культур в качестве сырья для каучука. Это требует интенсивной коллаборации между аграрным и промышленным секторами, а также научного сообщества, которое должно работать над улучшением существующих технологий и интеграцией новых подходов.

Таким образом, использование картофеля и других сельскохозяйственных культур в производстве каучука открывает новые горизонты для устойчивого развития и минимизации негативного воздействия на экологию, позволяя предприятиям оставаться конкурентоспособными и способными адаптироваться к меняющимся условиям рынка. В будущем стоит ожидать, что такие альтернативные источники будут все более активно использоваться в производственных процессах, создавая основу для промышленной трансформации в сторону экологичности и устойчивости.

### 3. Заключение

В заключение данной работы можно подвести итоги, касающиеся актуальности и значимости исследования возможности получения резины из картофеля. В условиях глобальных изменений климата и истощения природных ресурсов, поиск альтернативных источников каучука становится не только актуальным, но и необходимым. Текущие методы получения каучука, основанные на использовании не возобновляемых источников, ставят под угрозу устойчивое развитие и экологическую безопасность. Поэтому использование растительных ресурсов, таких как картофель, представляет собой многообещающее направление, способное не только снизить зависимость от традиционных источников, но и внести вклад в развитие более экологически чистых технологий.

Анализ существующих методов получения этилового спирта из картофеля показал, что ферментация является наиболее эффективным и доступным способом. Этот процесс, хотя и требует значительных объемов сырья, позволяет извлекать этанол с высокой степенью чистоты, что является важным этапом в дальнейшем производстве дивинила. Исследование технологий переработки этанола в дивинил выявило ряд перспективных подходов, которые могут быть адаптированы для промышленного производства. Переход от этанола к дивинилу требует не только технологических, но и экономических решений, что подчеркивает необходимость комплексного подхода к разработке новых технологий.

Экономическая эффективность предложенной технологии, несмотря на первоначальные затраты, может быть достигнута за счет оптимизации процессов и использования местных ресурсов. В долгосрочной перспективе использование картофеля как сырья для производства резины может привести к снижению затрат на сырье и логистику, а также к созданию новых рабочих мест в сельском хозяйстве и перерабатывающей промышленности. Оценка экологической устойчивости производства также показала, что использование возобновляемых ресурсов, таких как картофель, может значительно снизить углеродный след и негативное воздействие на окружающую среду.

Однако, несмотря на все преимущества, существуют и определенные проблемы, которые необходимо решить для успешного внедрения данной технологии. Это включает в себя необходимость разработки эффективных методов ферментации, оптимизацию процессов переработки, а также преодоление экономических и организационных барьеров. Перспективы внедрения технологии получения резины из картофеля выглядят многообещающими, особенно в свете растущего интереса к устойчивым и экологически чистым технологиям.

Будущее альтернативных источников каучука, таких как картофель, зависит от дальнейших исследований и разработок, направленных на улучшение технологий и снижение затрат. Важно продолжать работу в этом направлении, чтобы обеспечить устойчивое развитие и защиту окружающей

среды. Проект по получению резины из картофеля не только открывает новые горизонты в области материаловедения, но и способствует формированию более устойчивой и экологически безопасной экономики.

#### 4. Информационные источники

1. Как получить из картофеля резину. [Электронный ресурс] // dzen.ru.
2. Первую синтетическую резину в СССР делали из картошки. [Электронный ресурс] // m.ok.
3. Реакция Лебедева - что это, как протекает, для чего используют. [Электронный ресурс] // nauka.club.
4. Можно ли получить резину из картошки? [Электронный ресурс] // otvet.mail.ru.
5. Производство резины из картошки. [Электронный ресурс] // begemot.ai.
6. Картофельный дистиллят [Электронный ресурс] // www.doctorguber.ru.
7. Природные и синтетические каучуки - Студенческий научный форум [Электронный ресурс] // scienceforum.ru.
8. Каучук и его влияние на окружающую среду. [Электронный ресурс] // rosspolimer.ru.
9. Глазьева Ирина Алексеевна, Глазьев Максим Валерьевич, Бажин Владимир Юрьевич. Натуральные и синтетические каучуки и необходимость их улучшения с точки зрения экологического воздействия на окружающую среду // Universum: технические науки.
10. Экологическая устойчивость производства каучуковых изделий. [Электронный ресурс] // www.9111.ru.
11. В. И. Аксёнов, А. И. Рахматуллин. Пути повышения эффективности получения растворного синтетического каучука в России // Промышленное производство и использование эластомеров.
12. Анализ производства и основные проблемы в развитии. [Электронный ресурс] // studbooks.net.
13. Хайруллин Р.З., Власова Ю.С., Янов В.В. Перспективы использования альтернативных видов растительного сырья для производства натурального каучука // Вестник Казанского технологического университета.
14. Последние разработки биоразлагаемых синтетических каучуков. [Электронный ресурс] // tr-page.yandex.ru.