

УДК 675.082; 665.753.4

РОМАНЮК О.О., ПЛАВАН В. П., КОМАНОВСЬКА К. М.
Київський національний університет технологій та дизайну

ПЕРСПЕКТИВИ ПЕРЕРОБКИ ЖИРОВМІСНИХ ШКІРЯНИХ ВІДХОДІВ У ЕКОЛОГІЧНО БЕЗПЕЧНЕ РІДКЕ ПАЛИВО

Мета. Оптимізація параметрів технологій переробки жиромісних шкіряних відходів у екологічно безпечне рідке паливо для зниження його собівартості.

Методика. Зроблено аналіз існуючих технологій переробки жиромісних відходів із різної сировини щодо пошуку нових реагентів (хімічних, біологічно-активних), які дозволять змінити умови виконання технологічного процесу та знизити енерговитрати при виробництві біодизелю.

Результати. Запропоновано способи підвищення ефективності методів одержання біопалива із шкіряних жиромісних відходів, які передбачають комплексну дію на ефіри гліцерину і вищих карбонових кислот різних факторів (високої температури і підвищеного тиску, багатостадійних обробок, гетерогенного каталізу) за умов скорочення тривалості технологічного процесу.

Наукова новизна. Жиромісні шкіряні відходи можуть бути ефективною сировиною для отримання біодизелю замість рослинної сировини, зокрема ріпаку, пшениці, кукурудзи, які традиційно для цього використовуються.

Практична значимість. Енерго-, ресурсозберіжні технології переробки жиромісних шкіряних відходів можуть бути створені завдяки комплексній дії на ефіри гліцерину і вищих карбонових кислот різних чинників.

Ключові слова: жиромісна сировина, шкіряні відходи, біодизель.

Вступ. Забезпечення промисловості й населення традиційними енергоресурсами (нафтою, газом, а останнім часом і вугіллям), ціна на які постійно підвищується, є актуальним питанням для економіки України. Крім того, через використання застарілих технологій генеруючих потужностей (ТЕС, ТЕЦ та ін.) та низьку якість моторного палива енергетика, зокрема теплоелектростанції, та автомобільний транспорт країни є значними забруднювачами довкілля. За статистикою серед джерел забруднення на другому місці – викиди теплових електростанцій, а на першому – відпрацьовані гази автотранспорту, які є постійним джерелом основних повітряних забруднювачів: окису вуглецю, вуглеводнів, окису азоту та окису сірки. Забруднення атмосферного повітря сприяє появі підвищеної кількості запальних процесів органів дихання і очей, захворювань серцево-судинної системи, інфекційних захворювань, раку легень [1]. Загалом до 70 % усіх хвороб у містах пов'язують із забрудненням повітря відпрацьованими газами автотранспорту [2]. Тому більшість розвинених країн, до яких прагне долучитися і Україна, дбаючи про екологію та збереження природних ресурсів, все більше використовують альтернативні нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії (НВДЕ) як для виробництва тепла, електроенергії, так і для різних видів твердого, газоподібного (біогаз) та рідкого (біоетанол, біодизель) палива.

Біодизельне паливо (біодизель) – це екологічно чистий різновид біопалива, який може використовуватися в будь-яких дизельних двигунах як самостійно (в адаптованих двигунах), так і в суміші з дизельним паливом, без внесення змін у конструкцію двигуна. Деякі властивості біодизелю кращі, ніж у звичайного дизпалива, а саме: значне зменшення емісії вуглеводнів і CO₂, значно нижчий вміст сірки, вище цетанове число, висока температура

запалювання (більше 100 °С), що робить його більш безпечним, кращі змащувальні властивості завдяки хімічному складу та вмісту кисню, що збільшує тривалість роботи двигуна. При потрапленні в ґрунт чи воду таке біопаливо не завдає шкоди, а піддається повному біологічному розкладанню [3]. Крім того, біодизель має певні недоліки (вищу на кілька градусів температуру замерзання, агресивно діє на натуральні резини і деякі еластомери та ін.), які можна усунути тим чи іншим способом.

Залежно від сировини, фізичні властивості біодизелю можуть змінюватись. Сировиною для біодизелю є жирні та ефірні олії рослин або водоростей, зокрема пальмова, кокосова, рицинова олії, а також тваринні (переважно свинячий жир) і риб'ячі жири, відходи жирів і олій [4].

В Україні установки будь-якої потужності як малої (від 1000 л/год) так і великої (до 16 тис. л/год) для виробництва біодизелю створює полтавський ТОВ «Завод Укрбудмаш». Нещодавно завод з виробництва біодизелю був розроблений та запущений у дію колективом ТОВ «Завод Укрбудмаш» в Іспанії (рис. 1). Такі біодизельні заводи працюють на різній сировині (будь-яка рослинна олія або тваринний жир), а енергоспоживання їх становить менше 0,02 кВт/л.



Рис. 1. Завод по виробництву біодизелю в Іспанії (Naron, Galicia), побудований компанією ТОВ «Завод Укрбудмаш»

За інформацією «Агентства Промислових Новин» в Україні побудовано 14 великих біодизельних заводів загальною потужністю 300 тис. тонн на рік (тільки в м. Калуші Івано-Франківської області побудовано завод на 170 тис. тонн), однак за інформацією агенції «ПроАгро» ці заводи фактично простоюють, а працює близько 50 менших підприємств, які здатні виробляти до 25 тис. тонн біодизелю щорічно [5]. Аналіз, здійснений авторами [6], засвідчив, що заводи потужністю до 5 тис. тонн продукції на рік є малорентабельними і не спроможні конкурувати з великими заводами (з річною потужністю 20-100 тис. тонн) за собівартістю кінцевого продукту та за здійсненням належного контролю за якістю сировини і виготовленим біопаливом.

Для конкурентоспроможності біодизелю його вартість повинна бути на 5-10 % менша порівняно з традиційними нафтопродуктами. Тому виробництво біопалива в багатьох

країнах світу стимулюється наданням значних дотацій, податковими пільгами, а також державними програмами, які регламентують обов'язковість використання біопалива.

Така, політика підтримки альтернативних джерел енергії призводить до зростання цін на продовольство, тому існує конкуренція за площі для вирощування сільськогосподарських культур на продовольчі та енергетичні цілі. Динаміка виробництва біоетанолу і біодизелю в країнах ЄС та використання на ці потреби ріпаку, пшениці і кукурудзи наведено на рис. 2.

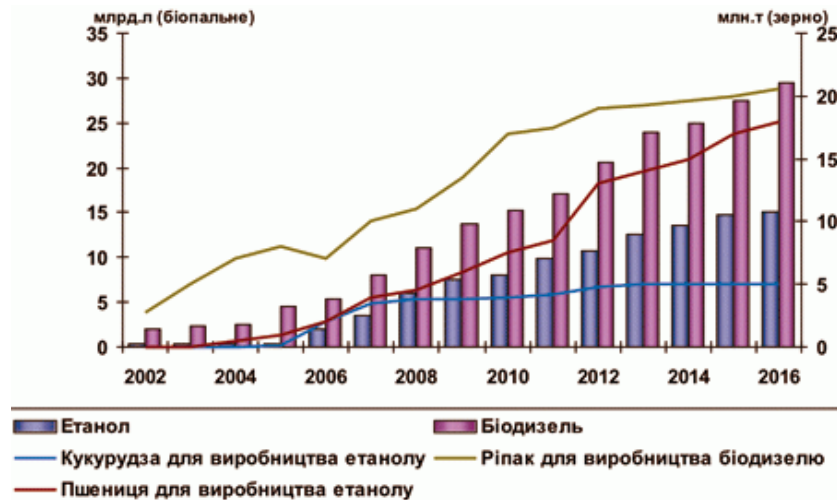


Рис. 2. Динаміка виробництва біоетанолу і біодизелю в країнах ЄС з різних видів рослинної сировини

Подальше нарощування виробництва біопалива збільшить попит на сировину, а отже, зросте потреба в імпорті сировини (ріпак, австралійська канула, ріпакова або пальмова олія тощо). Як приклад, в Україні олійною культурою, яка за площею посіву та валовим виробництвом поступається лише соняшнику, є ріпак. Для вирощування ріпаку відповідні умови мають багато областей, а особливо привабливими є землі так званої Чорнобильської зони, завдяки здатності цієї рослини очищати ґрунт від радіонуклідів, не накопичуючи їх у насінні. Однак, обсяги виробництва біодизелю в Україні, незважаючи на забезпеченість сировиною, наявність технічної бази, є незначними, оскільки переважна кількість насіння ріпаку та ріпакової олії через високі закупівельні ціни експортуються до Європи (до 80 %).

Можливо, з часом буде знайдена рослина (дерево чи кущ), яку переробляти у біодизель було б дешевше, ніж ріпак, як знайшли в Індії ятрофу і каранджу [5]. При цьому вирощування такої біомаси не потребуватиме родючих ґрунтів і не зменшуватиме посівні площі продовольчих культур. Однак на даний час перспективним для виробництва біодизелю в Україні може стати інше джерело сировини – це жировмісні відходи шкіряного виробництва, кістковий жир, який виробляється на санітарно-ветеринарних заводах (їх близько 26), відходи та жировмісні осади стічних вод м'ясопереробних, рибопереробних і масло-жирових виробництв тощо. Крім того, переробка таких відходів та ефективне очищення виробничих стоків дозволить підприємствам вирішити питання утилізації жировмісних речовин, зменшити негативний вплив на навколишнє середовище, отримати вторинні матеріальні ресурси (технічний жир, консистентні мастила, змащувальні композиції, які відповідають вимогам екологічної безпеки).

Постановка завдання. Метою роботи є оптимізація параметрів технологій переробки жировмісних шкiряних вiдходiв у екологічно безпечне рідке паливо для зниження його собiвартостi на основi аналізу iснуючих технологiй переробки жировмісних вiдходiв iз рiзної сировини щодо пошуку нових реагентiв (хімічних, біологічно-активних), які дозволять змінити умови виконання технологічного процесу та знизити енерговитрати при виробництві бiодизелю.

Результати досліджень. Вiдповiдно до європейського стандарту EN 14214 бiодизельне паливо (бiодизель) – це моноалкілові ефіри (метилові та етилові) вищих органічних кислот, які одержують iз жирiв рослинного i тваринного походження. Будь-які жири – це ефіри довголанцюгових жирних кислот i гліцерину, який за своєю хімічною будовою є трьохатомним спиртом. Тому гліцерин у жирах можна замінити трьома молекулами метанолу або етилового спирту. При цьому також буде одержано ефір, але він буде менш в'язким, ніж вихідна рослинна олія або тваринний жир, та не буде тверднути при низьких температурах. Саме цей одержаний ефір метанолу (або етанолу) є бiодизелем, а процес хімічного заміщення в жирах гліцерину спиртом називається переетерифікацією або трансетерифікацією.

Етап пiдготовки сировини передбачає очищення жирових вiдходiв вiд механічних дошiшок i видалення бiлку й води. Для видалення жиру iз пiдготовленої сировини (жирової маси) може застосовуватися спiсiб витоплювання, для реалізації якого використовуються установки перiодичної або безперервної дiї [7].

Установкою перiодичної дiї є вiдкритий котел, в якому нагрівання сировини здiйснюється глухою парою, що передає тепло через стiнку теплообмінного апарату. Пiд час першої фази жирова маса нагрівається до 65 °C протягом 50-60 хв., друга фаза триває 20 хв. при пiдвищеннi температури до 80-90 °C. При цьому вiдбувається осадження шквари, а жир стає бiльш прозорим. Для роздiлення на фракції, до жиру додають сiль (NaCl), яка також сприяє десорбції вологи i твердих часточок. Цей процес здiйснюється одночасно з процесом вiдстоювання в цьому ж котлi протягом 3 годин. Для переробки неподрiбненого менш цiнного жиру-сирця i шквари (пiсля витоплювання у вiдкритих котлах) може застосовуватися витоплювання жиру при надлишковому тиску при температурі 115-120 °C. При цьому вiдбувається iнтенсивний гiдроліз денатурованих бiлків [8].

В установці безперервної дiї жирова маса спочатку нагрівається до 70-80 °C, потiм подається до брудовiддiлювача, в якому вiдстоюється i нагрівається протягом 2-3 годин. Пiсля чого жирова маса при температурі 60-70 °C за допомогою насосу подається в центрифугу для вiддiлення твердих часточок, з якої поступає в машину АВЖ-245, де вiдбувається заключна теплова обробка гострою парою пiд тиском 0,2-0,3 МПа. Очищують жир в сепараторах i перекачують у ємкiсть для збирання [7].

Iнтенсифікацію процесу, знезаражування жиру, покращення його якості можна досягти, використовуючи спiсiб термообробки жировмісної сировини в електромагнітному полi надвисокої частоти [9].

Основною проблемою переробки як рослинних олій так i тваринних жирiв є вміст великої кiлькості вільних жирних кислот (ВЖК), які не можна трансформувати у бiодизель. Для виведення надлишкової кiлькості ВЖК (для зниження кислотного числа) здiйснюється обробка жиру (олії) лугом. Така обробка називається лужною рафінацією або нейтралізацією. Для лужної рафінації можуть використовуватися розчини NaOH або KOH

різної концентрації. При цьому утворюється мило (солі), що за умов методу безперервної лужної нейтралізації, видаляється у сепараторах [10].

Відомий також процес нейтралізації тваринних жирів, який здійснюється завдяки додаванню каустичної або кальцинованої соди, при цьому утворюється мило, однак можливі значні втрати вихідної сировини [11].

Для тваринних жирів з високим вмістом ВЖК рекомендується [12] проводити попередню обробку кислотними каталізаторами (наприклад, сірчаною кислотою). Це дозволяє суттєво знизити кислотне число та ефективно використати лужний каталізатор для перетворення тваринного жиру у біопаливо. При цьому авторами [12] було показано, що високий рівень ВЖК у тваринних жирах можна знизити до значення менше 1 % при використанні одно-, двох- або трьохступінчатої реакції в процесі попередньої кислотної обробки.

Використовують сірчану кислоту у способі переробки відходів рибного виробництва [13]. При цьому спочатку здійснюється підготовка сировини рафінацією, а обробка ведеться в три етапи. На першому етапі риб'ячий жир змішується із абсолютизованим етанолом або метанолом у співвідношенні 1:2-1:5, а на другому – до одержаної суміші додається концентрована сірчана кислота у кількості 2-10 % і проводиться переетерифікація при температурі не більше 40 °C протягом 20-60 хв. На третьому етапі температура суміші підвищується до температури кипіння і витримується при ній 60-480 хв. При цьому відбувається розділення суміші на гліцерин і на суміш етилових і метилових ефірів жирних кислот. Одержана суміш ефірів нейтралізується розчином луку, промивається водою і відстоюється. Потім центрифугуванням відділяються домішки, а одержане паливо зневожується і очищується. Такий спосіб дозволяє одержати біопаливо з покращеними фізико-хімічними показниками.

Інший спосіб, у якому використовується сірчана кислота, розроблений для переробки тваринної сировини із вмістом жиру 80-90 % і ВЖК 10-40 % [14]. Під час підготовки сировина нагрівається при температурі 55-60 °C, відділяються волога, домішки, а сировина освітлюється. Обробка підготовленої сировини здійснюється у два етапи при температурі 55-60 °C. На першому – сировина двічі змішується з концентрованою сірчаною кислотою у кількості 5 % (або 10 %) до маси сировини і етанолом (або метанолом) протягом 1 години перемішування, при цьому після першого змішування здійснюється відділення води і спирту, а після другого – суміш витримують протягом 24 год. Для першого змішування концентровану сірчану кислоту і метанол (або етанол) беруть у співвідношенні 20:1, а для другого – у співвідношенні 40:1. На другому етапі сировина обробляється при постійному перемішуванні протягом 1 год. сумішшю 0,82 % метилату натрію і метанолу у співвідношенні 6:1, з наступним відстоюванням протягом 8-12 год. для розділення алілових ефірів жирних кислот і гліцерину. Наведений спосіб дозволяє знизити собівартість одержання рідкого палива із жировмісної сировини.

Використання гомогенних кислотних каталізаторів для одночасного зниження кислотного числа і утворення ефірів, а також для подальшої трансетерифікації з лужним каталізатором забезпечують високий рівень конверсії тваринних жирів у біодизель [12]. Недоліком застосування гомогенних каталізаторів є їх невідновність після проведення реакції, а також можливість забруднення ними одержаного біодизелю і гліцерину. Тому авторами [15] запропонували використовувати для реакції етерифікації синтезований в

лабораторії фосфат алюмінію $AlPO_4$, а для прискорення трансестерифікації гліцеридів – синтезований в лабораторії алюмінат натрію $NaAlO_2$.

Скорочення тривалості процесу, зменшення витрат енергії на нагрівання сировини передбачено авторами [16] при застосуванні озону для переробки риб'ячого жиру із риб'ячих вторинних продуктів у дизельне пальне. Риб'ячий жир та порошок вторинні продукти після фільтрації завантажувалися в реактор із двома каталізаторами (окис заліза і одноосновний фосфат кальцію) та змішувалися із газоподібним озоном протягом 1 год. при кімнатній температурі (первинна обробка озоном). Потім суміш фільтрується і обробляється озоном при такій же температурі, протягом 30 хв., але без каталізаторів (вторинна обробка озоном). Вихід рідкого палива становить 95-96 %, а властивості відповідають вимогам, які висуваються до палива для дизельних двигунів.

Гетерогенний кислотний каталізатор використовується у розробленому способі [17] з метою збільшення кількості біопалива та покращення його екологічних показників. При цьому може перероблятися жиромісна сировина тваринного походження із вмістом ВЖК 10-100 % або рослинна сировина олійних культур. Підготовка сировини здійснюється аналогічно до способу [14], обробка здійснюється в реакційному котлі внаслідок одночасної етерифікації і трансестерифікації під час змішування сировини із спиртом у співвідношенні 5:1 – 7:1 відповідно, а також із додаванням гетерогенного кислотного каталізатора у кількості 5-10% до маси. Процес обробки здійснюється при турбулентному перемішуванні (1200-1500 обертів за хвилину) та при температурі 120-150 °C і атмосферному тиску протягом 60-120 хв. За 15 хв. до закінчення процесу до суміші додається гліцерин 5 %. Після зупинки процесу вилучається гетерогенний каталізатор, а одержаний субстрат залишається на 6 год. у баку для відстоювання. Очищується біодизель протягом 30 хв. за допомогою силікату магнію, який потім вилучається і відновлюється. Як гетерогенний кислотний каталізатор можуть використовуватися: дифосфат лантанума, силікат магнію, дифосфат алюмінію, сульфатований цирконій.

Економічно вигідним виробництво біодизелю із відходів шкіряного виробництва може бути за рахунок використання гідроксиду тетраметиламонію як лужного агента етерифікації вільних жирних кислот і одночасно як каталізатора переетерифікації. Крім того, використання суміші відходів жирів з відпрацьованими оліями сприяє покращенню характеристик готового біодизелю [18].

Для одержання якісного біодизелю із відходів тваринного жиру авторами [19] були запропоновані як каталізатори органічні основи: гідроксид тетраметиламоній, н-бутиламін, циклогексиламін. Вказані речовини містять амін, який під час процесу каталітичного метанолізу «працює» як стабілізатор, а по закінченню процесу може бути використаний повторно.

Наведені способи одержання біодизелю передбачають підготовчий процес вилучення та очищення жиру, використання каталізатора реакції, який сприяє появі твердих залишків, тому актуальною залишається розробка ефективного способу, в якому майже відсутні тверді відходи і не потрібний каталізатор. Спробою реалізації такого способу є метод [20], який базується на використанні замість каталізатора надкритичного метанолу, що нагрівається до надвисоких температур під тиском, поки не набуде властивостей, які відповідають проміжному стану між рідиною і газом. При цьому вихідна сировина (різноманітні тваринні

жири) змішується з метанолом, гомогенізується до стану напіврідкої суміші і закачується в систему – реактор проточного типу (для безперервності процесу).

Фізико-хімічна обробка стічних вод м'ясої промисловості використовується для підвищення ефективності видалення органічних речовин, при цьому накопичується велика кількість жиропіномаси. Обробка жировмісних відходів сульфатом заліза як коагулянта сприяє високій адсорбції органічних речовин. Продуктивність даного способу становить 0,83-0,87 кг біопалива з 1 м³ очищених стічних вод, при цьому зменшується кількість відходів у біосистемах [21].

Висновки. Економічним фактором промислового виробництва біодизелю є світові ціни на нафту. Цей фактор спонукає до створення, розвитку і впровадження механізму фінансової підтримки виробництва палива із відновлювальних джерел енергії, якими є жировмісні відходи шкіряної промисловості. Підвищення ефективності методів одержання біопалива базується на використанні комплексної дії різних факторів, зокрема високих температур і підвищеного тиску, гетерогенного каталізу, багатостадійних обробок, на складні ефіри гліцерину і вищих карбонових кислот. Це дозволяє не тільки одержати біопаливо з покращеними фізико-хімічними показниками, але й знизити його собівартість.

Список використаної літератури

1. XII Міжнародна науково-практична конференція «Біосферно-ноосферні ідеї В. І. Вернадського й еколого-економічні та гуманітарні проблеми розвитку регіонів», 28-29 травня 2010 р., м. Кременчук: матеріали конф. Кременчук: Кременчуцький держ. політехн. ун-т ім. Михайла Остроградського, 2010. 236 с.
2. Заверуха Н. М. Серебряков В. В., Скиба Ю. А. Основи екології. Вид. 2-ге. Київ: Каравелла, 2011. 304 с.
3. Солодова Н. Л., Солодова Н. Л., Терентьева Н. А. Немного о биотопливах. *Вестник Казанского технологического университета*. 2010. №11. С. 348-357.
4. Arvanitoyannis IS, Kassaveti A. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2008; 43(4): 726-745. doi: 10.1111/j.1365-2621.2006.01513.x. [Cross Ref].
5. Петренко І. Біосолярка для сільгосптехніки. *Агробізнес Сьогодні*. 2013. №4 (251).
6. Скорук О. П., Здор І. А., Гримайло І.С. Економічні аспекти виробництва біодизелю в Україні і в світі. *Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2012. №2. С. 247-253.
7. Оковитая К. О. Утилизация жиросодержащих осадков сточных вод мясокомбината «РКЗ-ТАВР». *Международный научный журнал «Инновационная наука»*. 2016. №5. С. 172-173.
8. Производство пищевых животных топленых жиров. Ресурс: <http://www.znaytovar.ru/new1005.html>.
9. Сорокина М. Г. Способ термообработки жиросодержащего сырья в электромагнитном поле сверхвысокой частоты. *Вестник НГИЭИ*. 2015. №2(45). С. 72-74.
10. Земсков В. И., Харченко Г. М. Характеристика способов рафинации растительных масел. *Вестник АГТУ*. 2007. №11(37). С. 58-63.
11. Неклюдов А. Д., Иванкин А. Н. Переработка органических отходов : монографія. Москва: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006. 380 с.
12. Горохов Д. Г., Бабурина М. И., Иванкин А. Н. Биодизельное топливо из животных жиров. *Мясная индустрия*. 2008. №11.
13. Способ получения биотоплива: пат. 2440405 Российская Федерация. № 2010124049/05 ; заявл. 16.06.2010; опубл. 20.01.2012.

14. Способ переработки животного жира в жидкое топливо: пат. 2381262 Российская Федерация. № 2008112639/13; заявл. 03.04.2008; опубл. 10.02.2010.
15. Горохов Д. Г., Бабурина М. И., Иванкин А. Н. Переработка жировых отходов в биодизельное топливо. Принципиальная технологическая схема. *Все о мясе*. 2009. №2. С. 45-47.
16. Kato S., Kunisawa N., Kojima T., Murakami S. Evaluation of ozone treated fish waste oil as a fuel for transportation. *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 2004, 37, 863-870.
17. Способ получения жидкого биотоплива: пат. 2385900 Российская Федерация. №2008126414/13 ; заявл. 01.07.2008; опубл. 10.04.2010.
18. Economic Aspects of Biodiesel Production from Tannery Waste Fats / Karel Kolomaznik, Jiri Pecha, Michaela Barinova, and Lubomir Sanek. *J. Amer. Leather Chem. Assoc*, 2010. V. 105. № 10. P. 327-333.
19. Karel Kolomaznik, Michaela Barinova, and Tomas Fürst. Possibility of using tannery waster for biodiesel production. *J. Amer. Leather Chem. Assoc*, 2009. V. 104. № 5. P. 177-182.
20. Новый метод получения биодизеля – из животных жиров. *УкрАгроКонсалт*. 20.03.2014. – Режим доступа до журн. : <http://www.ukragroconsult.com>
21. Biofuel application of biomass obtained from a meat industry wastewater plant through the flotation process – a case study / De Sena RF, Claudino A, Moretti K, Bonfanti ICP, Moreira RFPM, José HJ. *Resources, Conservation and Recycling*, 2008. Volume 52, Issue 3, January 2008, Pages 557-569.

References

1. Solodova N. L., Solodova N. L., Terenteva N. A. Nemnoho o byotoplyvakh. *Vestnyk Kazanskoho tekhnolohycheskoho unyversyteta*. 2010. № 11. S. 348-357.
2. Arvanitoyannis IS, Kassaveti A. Fish industry waste: treatments, environmental impacts, current and potential uses. *Int. J. Food Sci. Technol*. 2008; 43(4): 726-745. doi: 10.1111/j.1365-2621.2006.01513.x. [Cross Ref].
3. Petrenko I. Biosoliarka dlia silhosptekhniky. *Ahrobiznes Sходni*. 2013. № 4 (251).
4. Skoruk O. P., Zdor I. A., Hrymailo I.S. Ekonomichni aspekty vyrobnytstva biodyzeliu v Ukraini i v sviti. *Zbirnyk naukovykh prats Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho unyversytetu*. 2012. №2. S. 247-253.
5. Proyzvodstvo pyshchevykh zhyvotnykh toplenykh zhyrov. Resurs: <http://www.znaytovar.ru/new1005.html>.
6. Okovytaia K. O. Utylyzatsyia zhyrosoderzhashchykh osadkov stochnykh vod miasokombynata «RKZ-TAVR». *Mezhdunarodnyi nauchnyi zhurnal «Ynnovatsyonnaia nauka»*. 2016. № 5. S. 172-173.
7. Horokhov D. H., Baburyna M. Y., Yvankyn A. N. Byodyzelnoe toplyvo yz zhyvotnykh zhyrov. *Miasnaia yndustryia*. 2008. № 11.
8. Sposob pererabotky zhyvotnoho zhyra v zhydkoe toplyvo: pat. 2381262 Rossyiskaia Federatsyia. № 2008112639/13; zaiavl. 03.04.2008; opubl. 10.02.2010.
9. Horokhov D. H., Baburyna M. Y., Yvankyn A. N. Pererabotka zhyrovyykh otkhodov v byodyzelnoe toplyvo. Pryntsyypalnaia tekhnolohycheskaia skhema. *Vse o miase*. 2009. № 2. S. 45-47.
10. Kato S., Kunisawa N., Kojima T., Murakami S. Evaluation of ozone treated fish waste oil as a fuel for transportation. *Journal of Chemical Engineering of Japan*, 2004, 37, 863-870.
11. Sposob polucheniya zhydkoho byotoplyva: pat. 2385900 Rossyiskaia Federatsyia. № 2008126414/13 ; zaiavl. 01.07.2008; opubl. 10.04.2010.
12. Economic Aspects of Biodiesel Production from Tannery Waste Fats / Karel Kolomaznik, Jiri Pecha, Michaela Barinova, and Lubomir Sanek . *J. Amer. Leather Chem. Assoc*, 2010. V. 105. № 10. P. 327-333.
13. Karel Kolomaznik, Michaela Barinova, and Tomas Fürst. Possibility of using tannery waster for biodiesel production. *J. Amer. Leather Chem. Assoc*, 2009. V. 104. № 5. P. 177-182.
14. Novyi metod polucheniya biodyzeliia – yz zhyvotnykh zhyrov. *UkrAhroKonsalt*. 20.03.2014. – Rezhym dostupu do zhurn. : <http://www.ukragroconsult.com>.

15. Biofuel application of biomass obtained from a meat industry wastewater plant through the flotation process – a case study / De Sena RF, Claudino A, Moretti K, Bonfanti ICP, Moreira RFP, José HJ. *Resources, Conservation and Recycling*, 2008. Volume 52, Issue 3, January 2008, Pages 557-569.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ КОЖЕВЕННЫХ ОТХОДОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЕ ЖИДКОЕ ТОПЛИВО

РОМАНЮК О. А., ПЛАВАН В. П., КОМАНОВСКАЯ К. М.

Київський національний університет технологій і дизайну

Цель. Оптимизация параметров технологий переработки жиросодержащих кожевенных отходов в экологически безопасное жидкое топливо для снижения его себестоимости.

Методика. Сделан анализ существующих технологий переработки жиросодержащих отходов из разного сырья относительно поиска новых реагентов (химических, биологически активных), которые позволяют изменить условия выполнения технологического процесса и снизить энергозатраты при производстве биодизеля.

Результаты. Предложены способы повышения эффективности методов получения биотоплива из кожевенных жиросодержащих отходов, которые предполагают комплексное воздействие на эфиры глицерина и высших карбоновых кислот различных факторов (высокой температуры и повышенного давления, многостадийных обработок, гетерогенного катализа) при условии сокращения продолжительности технологического процесса.

Научная новизна. Жиросодержащие кожевенные отходы могут быть эффективным сырьем для получения биодизеля вместо растительного сырья, а именно рапса, пшеницы, кукурузы, которые традиционно для этого используются.

Практическая значимость. Энерго-, ресурсосберегающие технологии переработки жиросодержащих кожевенных отходов могут быть созданы благодаря комплексному воздействию на эфиры глицерина и высших карбоновых кислот различных факторов.

Ключевые слова: *жиросодержащее сырье, кожевенные отходы, биодизель.*

PROCESSING PERSPECTIVES OF FAT-CONTAINING TANNERY WASTE IN AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY LIQUID FUELS

ROMANYUK O.O., PLAVAN V.P., KOMANOVSKA K.M.

Kyiv National University of Technology and Design

Purpose. Optimization parameters of fat-containing leather waste processing technologies for obtaining environmentally safe liquid fuel with reduced prime cost.

Methodology. The analysis of existing fat-containing waste technologies processing from various raw materials for finding new reagents (chemical, biological active) have been made. This will change their process performance and reduce energy consumption in the production of biodiesel.

Findings. The ways of increasing the efficiency of producing biofuels methods from tanning fat-containing waste have been proposed. Which involve a comprehensive effect of various factors on esters of glycerol and higher carboxylic acids (high temperature and pressure, multi-stage treatment, heterogeneous catalysis) upon reducing the length of the process.

Originality. Fat-containing leather waste can be effective raw material for biodiesel instead of vegetal souses, including rape, wheat, corn, traditionally used for this purposes.

Practical value. Energy- and resource processing technologies of fat-containing leather wastes can be created through an integrated action of various factors on esters of glycerol and higher carboxylic acids.

Key words: *fat-containing raw materials, leather waste, biodiesel.*