Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020, Vol. 11, No 2, 87-94
ISSN 2663-1334 (print), ISSN 2663-1342 (online), www.journals.nubip.edu.ua/index.php/Tekhnica

DOI: 10.31548/machenergy.2020.02.087-094

УДК 693.546

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПЕРЕРОБКИ РИЦИНИ НА МАЛОТОННАЖНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ

В. В. Дідур[1], А. Б. Чебанов[2], С. М. Грушецький[3], Є. А. Петриченко[1]

[1]Уманський національний університет садівництва, Україна.
[2]Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного, Україна.
[3]Подільський державний аграрно-технічний університет, Україна.

Стаття з спеціальності: 133 – галузеве машинобудування.

Кореспонденція авторів: didur.vv@gmail.com.

Історія статті: отримано – січень 2019, акцептовано – квітень 2020.
Бібл. 13, рис. 1, табл. 4.

Анотація. Робота присвячена дослідженням технологій і експериментального устаткування технологічної лінії по глибокій переробці насіння рицини в касторову олію для виробництва мастил для сільськогосподарської техніки і кормової макухи.

Касторова олія є стратегічною сировиною, тому що використовується в багатьох галузях народного господарства, зокрема у сільському господарстві. Усі існуючі способи переробки насіння рицини можна розділити на два методи витягу олії із насіння: механічне віджимання олії, назване методом пресування, і розчинення олії в легколетких органічних розчинниках, або метод екстракції. Ці два методи використовуються в технології виробництва рослинних олій або самостійно, або в сполученні одного з іншим.

Для умов малотоннажного виробництва в статті запропонована операційно-технологічна схема переробки насіння рицини дворазовим пресуванням з принциповими відмінностями від існуючих технологій переробки насіння рицини. Запропонована безекстракційна технологія переробки рицини методом двохкратного пресування для умов малотоннажного виробництва відрізняється від відомих технологій тим, що вона передбачає використання ряду додаткових технологічних операцій таких як: калібровка насіння, обрушення лушпиння, пневмосепарація лушпиння та очищення віджатої олії шляхом електрофлотації.

Згідно з операційно-технологічною схемою для переробки насіння рицини визначено найменування обладнання та його кількість, що необхідно придбати та яке забезпечить відповідний рівень виробництва. Узагальнені всі технологічні режими при переробці насіння рицини на рицинову олію на відповідному обладнанні. В результаті дотримання відповідних технологічних режимів переробки, одержать рицинову олію, якісні показники якої відповідатимуть вимогам ДСТУ 6757.

Запропонована безекстракційна технологія дозволила розробити узагальнену технічну характеристика міні-заводу по переробці насіння рицини на технічну рицинову олію і кормовий жмих, яка є вихідними вимогами при розробленні проекту такого заводу та визначенні фінансової і комерційної привабливості малотоннажного підприємства.

Ключові слова: насіння рицини, касторова олія, малотоннажне виробництво, дворазове пресування, форпрес, експелерний прес.

Постановка проблеми

Олійні культури мають важливе народногосподарське значення, оскільки є джерелом отримання цінних продовольчих і технічних продуктів. Серед олійних культур важливе місце займає рицина, основний продукт переробки якої є рицинова олія, яка використовується в хімічній, електротехнічній, медичній, авіаційній та інших галузях промисловості [1-3].

Слід зазначити, що рицинова олія може використовуватися для виготовлення біопалива [4-7].

Насіння рицини містять 52-57% рицинової олії [8-9]. Відповідно, насіння рицини, є бочонком, який наповнений олією, яка за хімічним складом відрізняється від інших рослинних олій за рахунок високого вмісту рицинолевої кислоти 85-90% [10], завдяки чому володіє унікальними властивостями: в'язка, слабо розчиняється в бензині та інших органічних розчинниках, не застигає при мінусових температурах, що робить її неперевершеним за якістю мастильним матеріалом, особливо для двигунів, які працюють в складних умовах.

При глибокій переробці одержують технічну рицинову олію й високобілковий корм для великої рогатої худоби, свиней і птахів. Таким чином, олія рицини має унікальні фізико-хімічні властивості, і є незамінною в багатьох галузях промисловості.

Не дивлячись на безперечні переваги, в Україні відсутні підприємства з переробки рицини. Таким чином, важливим і актуальним завданням на сьогоднішній день є обґрунтування доцільності створення таких підприємств.

Аналіз останніх досліджень

Усі існуючі технології переробки насіння рицини можна розділити на два методи витягу олії із насіння: механічне віджимання олії, назване методом пресування, і розчинення олії в легколетких органічних розчинниках, або метод екстракції. Ці два методи використовуються в технології виробництва рослинних олій або самостійно, або в сполученні одного з іншим.

Сучасні високопродуктивні заводи по переробці насіння рицини працюють за схемою попереднє пресування – екстракція й волого-теплова детоксикація рицинової макухи.

Вивчено досвід переробки насіння рицини на касторову олію за схемою попереднє пресування – екстракція на заводах республіки Молдови (Бельцький олієжировий комбінат, Атакський олієекстракційний комбінат), Росії (Білоріченський олієекстракційний завод, Краснодарський оліє завод № 2), а також конструкцію устаткування, яке використовується у світі.

Так з 1968 року в Молдові була освоєна технологія переробки рицини за схемою форпресування-екстракція. Якщо при переробці пресовим способом загальні втрати олії склали 2,8%, то вже в перший рік після переходу на екстракційний спосіб вони знизилися до 1,24 %. Однак продуктивність модернізованих екстракторів НД-1250 складає 500 т на добу за переробкою форпресового пелюстка в перерахуванні на насіння соняшника і для малотонажного виробництва не може бути використано Оскільки касторова олія не розчиняється в бензині при температурі 20-25^{0}С, то в перших екстракційних лініях застосовували як розчинник технічний дихлоретан. Надалі, за типовою схемою на лінії НД-1250 як розчинник застосовували бензин, попередньо підігрітий до температури 60-65^{0}С. При екстракції олії з пелюстка олійної сировини екстрагуються речовини, які небажані для використання в продукті, що одержується. Тому, з'являється необхідність у додатковому очищенні екстракційної олії. Це істотно ускладнює технологію виробництва.

Вивчення технології і конструкції технологічного устаткування, яке використовується фірмами «Alimenta» (Італія) і концерном «Krupp» (Німеччина) для потужних виробництв (32 тис. тони на рік) показало, що на сьогоднішній день використати їх практично не можливо, тому що ціна закупки устаткування для такого заводу складає біля 10 млн. доларів США.

Вивчення світового досвіду показало, що для України найбільш доцільним є шлях поступового створення сітки малотоннажних виробництв (міні-заводів) з добовою продуктивністю приблизно 12-15 т по вихідній сировині.

Наші заводи (у містах Умань, Сміла, Верхньодніпровськ та ін.) випускають устаткування для переробки насіння соняшника з добовою продуктивністю 8-10 т. Однак, технологічні властивості насіння соняшника й відповідно технологія його переробки принципово відрізняється від властивостей насіння рицини й технології їхньої переробки. Тому, при створенні міні-заводів по переробці насіння рицини з устаткування, що випускається вітчизняними заводами, практично нема, що перейняти.

Відомі існуючі технології переробки рицини методами пресування відбуваються за схемами: форчан-форпрес; однократне пресування; дворазове пресування: форпрес-експелерний прес [11-13].

Проте, форчанні олії менш стійкі до окислювання порівнянно з форпресовоюі експелерною, що пояснюється малим умістом у них натуральних антиоксидантів. Також одним з найбільш вагомих недоліків методу форчан-форпрес є періодичність основного апарата – форчана. У розвитку цього методу були створені конструкції апаратів безперервної дії, які практично являють собою шнекові системи слабкого віджимання, що вимагає застосування високих температур.

Однократне пресування при переробці насіння рицини не дозволяє одержати великого виходу олії й надійної роботи устаткування. Це підтверджується досвідом корпорації «Хортиця», яка спробувала використати технологію і устаткування для мінізаводу по переробці рицини німецької фірми «Агро-фебер» [10]. Технологія і основне устаткування було не пристосоване для переробки насіння рицини.

Тому питання раціональної технології переробки рицини в умовах малатонажних підприємств є актуальним та потребує подальшого вивчення.

Мета досліджень

Мета даної роботи полягає у техніко-технологічному обґрунтуванню створення міні-заводу по переробці насіння рицини на технічну рицинову олію і кормовий жмих з продуктивністю 15 т/добу по вихідній сировині.

Результати досліджень

Вивчення вітчизняного й закордонного досвіду переробки насіння рицини, відпрацьовування технології хімічної детоксикації макухи рицини і її випробування на великій рогатій худобі (ВРХ), свинях і курчатах дозволили розробити раціональну технологію переробки рицини на міні заводах.

Операційно-технологічна схема переробки насіння рицини дворазовим пресуванням представлена на рис. 1.

Запропонована технологія має наступні принципові відмінності від існуючих технологій переробки насіння рицини:

- приймання, очищення й калібрування насіння, кондиціювання насіння по вологості перед обрушенням
- поліпшення відділення насінної й плодової оболонки (лузги) на шельмашині;
- інактивація ферментної системи перед волого-тепловою обробкою;
- двоступінчастий віджим на форпрессі й експеллерному пресі з вологотепловою обробкою в

багаточанних парових жаровнях без подальшої екстракції;

- зниження відстою по масі при зніманні олії пресуванням шляхом добору відповідних режимів жаріння й пресування;

- первинне очищення олії з гарячою фільтрацією та елктрофлотацією;

- послідовно волого-теплова детоксикація рицину, рицинина в тостері, хімічна детоксикація алергену СВ-1А в бункерах-інактиваторах;

- спалювання лузги в парогенераторі-утилізаторі, що працює на лушпинні, що забезпечує парою високого тиску роботу шнека-інактиватора й багаточанної жаровні;

- зниження шкідливих викидань в атмосферу за рахунок використання напівзамкненого повітряного циклу в шельмашині, двох-трьох східчастого очищення повітря;

- забезпечення технохімічного контролю виробничих процесів.

Згідно з операційно-технологічною схемою для переробки насіння рицини необхідно придбати обладнання, яке забезпечить відповідний рівень виробництва (табл. 1)

Відкаліброване й підсушене насіння рицини з вологістю 6-8 % доставляється саморозвантажуючим транспортом до приймального бункеру, з якого в подальшому ковшовим елеватором транспортується до бункера шельмашини.

Обрушення насіння рицини виконується за допомогою парних валків з рівними швидкостями обігу, зазор між якими встановлюється залежно від розмірів насіння. Відділення лузги проводиться на ситах тієї ж машини завдяки різниці в розмірах здрібненого ядра й лушпиння, а також в аспираційному каналі за рахунок різних аеродинамічних властивостей ядра й лушпиння. Винос ядра становить 0,3-0,5 %, олійність лушпиння - 1,5-2,0 %. Регулювання зняття лушпиння й виносу ядра проводиться за допомогою спеціальних шиберів. Лушпиння транспортується повітряним потоком робочого вентилятора шельмашини через розподільник і циклони в накопичувальний бункер.

Грубе здрібнювання ядра ведеться на двопарних валках із зазором між ними на 1,0-2,0 мм меншим, чим товщина середньої за розмірами фракції партії насіння, яке переробляється.

Насіння рицини має найбільш активну (порівняно з іншими олійними культурами) ліпазу, тому після здрібнювання ядра необхідно проводити інактивацію ферментного комплексу, для чого використовується шнек-інактиватор. При вологості м’ятки 8-10 % і короткочасним нагріванні в інактиваторі до 80-90°С кислотне число пресових масел знижується в середньому на 0,6-0,8 мг КОН порівняно з оліями, які одержуються із застосуванням звичайного способу смаження.

Волого-теплову обробку необхідно проводити в багаточанній паровій жаровні: у першому чані йде зволоження м’ятки гострою парою й водою до 8-10% і нагріванні; далі - пропарювання в шарі товщиною 260 мм і висушування до вологості 5,5-6,5 % і нагріванні до 110-115^{0}С.

Після волого-теплової обробки в жаровні, маса з вологістю 3,7-4,2 % і температурою 120-125°С іде на остаточний віджим в експелерний прес, зазори між планками в якому дорівняють: 0,7-0,8 мм; 0,5-0,6 мм; 0,25-0,35 мм; 0,15-0,25 мм (1-1V ступені відповідно).

В результаті дотримання відповідних технологічних режимів переробки одержують рицинову олію, якісні показники якої відповідають вимогам ДСТУ 6757 або Фармастатті ФС-426-413-99 (табл. 2).

Експелерній жмих грубо подрібнюється різаком, який розміщається на валу преса, норією транспортується в охолодну колонку, а далі маса з температурою 55-60°С подрібнюється на п’ятивальцьовому верстаті.

Знешкодження рицинового жмиха має дві стадії:

1) волого-теплова обробка в багаточанному тостері;

2) хімічна обробка лужним розчином.

Волого-теплова обробка проводиться протягом 1,5-2,0 годин. Спочатку жмих зволожується до 24-26 %, а далі висушується при 135°С до вологості 7,5-8,5 %. Обробка вважається закінченою при негативній пробі на рицини.

Таблиця 1. Перелік обладнання міні-заводу.
Table 1. List of mini-plant equipment.

№ пп	Найменування обладнання	Кіль-кість, од.
1	Бункер прийомний	1
2	Норія	3
3	Установка для очищення насіння	1
4	Шельмашина	1
5	Регульований циклон	2
6	Вентилятор	2
7	Рукавний фільтр	2
8	Однопарний вальцьовий верстат	3
9	Шнек-інактиватор	1
10	Семічанна парова жаровня	1
11	П’ятичанна парова жаровня	1
12	Форпрес	1
13	Експелерний прес	1
14	П’ятивальцовий верстат	2
15	Молотковий подрібнювач	2
16	Тостер	1
18	Змішувач	1
19	Бункер-дезактиватор	8
20	Транспортер шнековий	2
21	Роздавальний транспортер	1
22	Складальний транспортер	1
23	Фільтр-прес, електрофлотатор	2
24	Бак для олії	7
25	Насос	2
26	Установка для пило-газоочищення	1

Для інактивації алергену жмих подають у змішувач, у якому іде обробка його лужним розчином з витримкою протягом 6-7 діб при температурі 30-60°С у бункері-детоксикаторі. Принциповою відмінністю такого способу хімічної обробки є знешкодження білково-полісахаридної фракції алергену гідролізом, а не денатурацією білка.

Показники якості одержаного жмиха рицинового кормового наведені в табл. 3

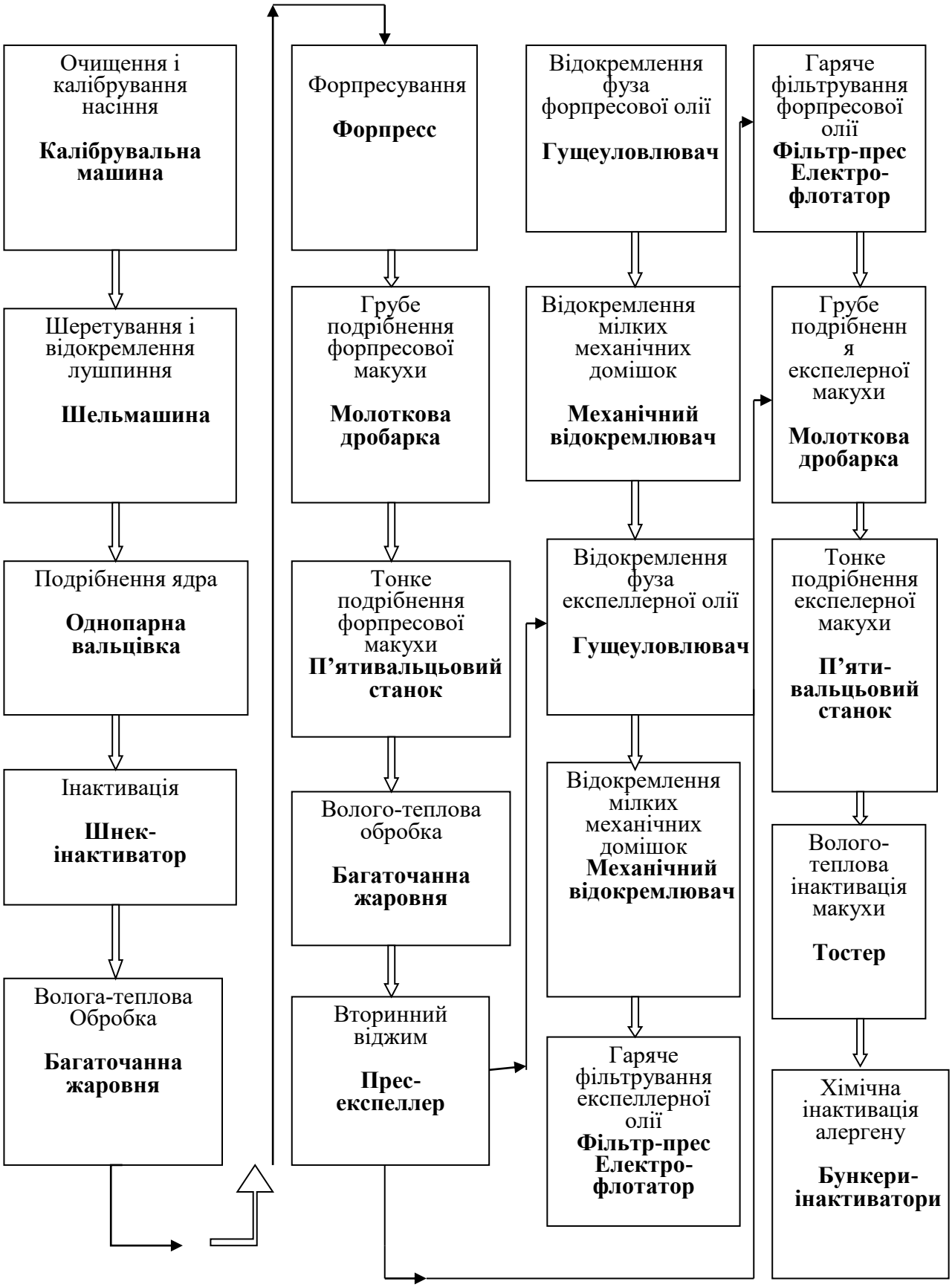

Рис. 1. Операційно-технологічна схема переробки насіння рицини дворазовим пресуванням.
Fig. 1. Operational-technological scheme of castor seeds processing by double pressing.

Таблиця 2. Характеристика якості рицинової технічної нерафінованої олії (ДСТУ 6757-73).

Table 2. Quality characteristic of castor technical crude oil (DSTU 6757-73).

№ п.п.	Найменування показників	Характеристика олії
Органолептичні показники		
1	Прозорість	Допускається помутніння над осадом
2	Розчинність у рівному обсязі 96%-вого етилового спирту	повна
Фізико-хімічні показники		
3	Йодне число мг йоду, не більш	70
4	Щільність при 20°С, г/см	0,970
5	Кислотне число мг КОН/г, не більш	5,0
6	Волога й летучі речовини, %, не більше	0,30
7	Нежирові домішки (відстій по масі, %, не більше	0,2
8	Умовна в'язкість при 20°С,сек	Не визначається
9	При 50°С, умовні градуси, не менше	Не визначається
10	Температура застигання °С, не вище	Не визначається
11	Температура спалаху пресової олії в закритому тиглі, °С, не менш	240
12	Мило	Не визначається

Таблиця 3. Характеристика якості жмиха рицинового кормового.

Table 3. Quality characteristic of castor forage meal.

№№/ п.п.	Найменування показників	І сорт	ІІ сорт
1	2	3	4
1.	Колір	Сіре Корич-невий	Бурий
2	Запах	Властивий рициновому жмиху, без стороннього запаху (затхлості, цвілі, горілості й ін.)	

Продовження табл. 3

3	Волога й летучі речовини, %	7,5 – 9,0	7,5 – 9,0
4.	Сирий жир у перерахуванні на абсолютно суху речовину, %, не більше	6,0 – 7,0	6,0 – 7,0
5.	Сирий протеїн у перерахуванні на абсолютно суху речовину, %, не менше	45	40
6.	Сира клітковина в перерахуванні на абсолютно суху речовину, %, не більше	30,0	37,0
7.	Зола, нерозчинна в 10%-вій соляній кислоті у перерахуванні на абсолютно суху речовину, %, не більш	1,5	2,0
8.	Сторонні домішки	Не допускаються	
	Металодомішки, %, частки розміром по 2 мм у найбільшому лінійному виміру, %, не більше	0,01	0,01
	Частки розміром 2 мм, %, не більше	0,001	0,001
Частки розміром більше 2 мм		Не допускаються	
Частки з гострими ріжучими краями		Не допускаються	
	Зараженість комірними	Не допускається	
9.	Реакція на рицин	Негативна	
10.	Зміст хлорорганічних отрутохімікатів на 1 кг жмиха, мг гексахлорану, **%,** не більше	Сліди	1,0

Узагальнена технічна характеристика міні-заводу по переробці насіння рицини на технічну рицинову олію і кормовий аб представлена в табл. 4.

Таблиця 4. Технічна характеристика міні-заводу.

Table 4. Technical characteristics of the mini-factory.

Найменування показників	Чисельні значення
1	2
1. Складові міні-заводу	
Цех по виробництву рицинової олії й кормового жмиху	1
Котельня	1
Склад ГСМ	1
Склад насіння рицини	2
Склад рицинової олії	1

Продовження таблиці 4

Склад кормового жмиха	1
Трансформаторна підстанція	1
Пожежорезервуари	2
2. Добова продуктивність, т/доба	
По вихідній сировині (насіння рицини)	15
Олія технічна рицинова, у тому числі	7,8
Олія форпресова	7,1
Олія експелерна	0,7
Жмих кормовий активований	3,7
Лушпиння	2,5
3. Річна продуктивність, т/рік	
По вихідній сировині (насіння рицини)	4500
Олія технічна рицинова, у тому числі	2348
Олія форпресова	2142
Олія експелерна	206
Жмих кормовий активований	1123
Лушпиння	742
4. Загальна характеристика міні-заводу	
Число робочих днів у році	300
Число змін у добу	3
Число працюючих на міні-заводі	40
5. Технічні показники основного цеху	
Установлена потужність устаткування, кВт	213,8
Витрата технологічної пари, кг/год	356
Робочий тиск технологічної пари, МПа	0,5
Витрата технологічної води	
добова, $м^3$/сут	3,6
годинна $м^3$/год	0,15
Стічні води	
добові, $м^3$/сут	
годинні м/год	
Витрата дизельного палива на виробництво пари, кг/сут	991,2
Категорія виробництва по вубохо- і пожежної небезпеці	В
6. Технічна характеристика котельні	
Транспортабельна котельна установка ТЧУ-0,7	
Продуктивність по парі, кг/год	1000
Робочий тиск пари, МПа	0,8
Температура води для опалення й вентиляції, °С	70-95
Температура води для гарячого водопостачання, °С	60
Установлена потужність устаткування, кВт	40
Витрата палива:	
рідкого, кг/год	74
або газу, $м^3$/год	90,1
Габарити будинку котельні, м:	
довжина	8
ширина	3,25
висота	3,6

7. Технічна характеристика складу насіння рицини	
Місткість, т	2000
Установлена потужність устаткування, кВт	11,5
Тип зберігання насіння - напольний з каналами й механізмами активного вентилювання	
Категорія виробництва по вибухо- і пожежної небезпеки	В
8. Технічна характеристика складу олії	
Кількість резервуарів, шт	5
Місткість резервуара, $м^3$	16
Місткість складу, $м^3$	80
Установлена потужність устаткування, кВт	2,2
Категорія виробництва по вибухо- і пожежної небезпеки	В
9. Технічна характеристика складу жмиха	
Місткість, $м^3$	350
Установлена потужність, кВт	8,8
Спосіб зберігання	напольний
Категорія виробництва по вибухово- і пожежній небезпеці	Б
10. Технічна характеристика підстанції	
Установлена потужність, кВт	400
Типовий проект 407-3-793.88	
Опір контурного заземлення, не більш, Ом	4
11. Технічна характеристика пожрезервуарів	
Ємність пожрезервуара, $м^3$	150
Кількість пожрезервуарів, шт.	2
Конструкція - збірно-монолітна залізобетонна незаглиблена	

Висновки

1. Запропоновано безекстракційну технологію переробки рицини методом двохкратного пресування для умов малотоннажного виробництва, яка відрізняється від відомих технологій тим, що вона передбачає використання удосконаленого обладнання та ряд додаткових технологічних операцій таких як: калібровка насіння, обрушення лушпиння, пневмосепарація лушпиння та очищення віджатої олії шляхом електрофлотації.

2. Це дозволило розробити узагальнену технічну характеристику міні-заводу по переробці насіння рицини на технічну рицинову олію і кормовий жмих, яка є вихідними вимогами при розробленні проекту такого заводу та визначенні фінансової і комерційної привабливості малотоннажного підприємства.

Список літератури

1. *Barnes D. J., Baldwin B. S., Braasch D. A.* Degradation of ricin in castor seed meal by temperature and chemical treatment. Industrial Crops and Products. 2009. Vol. 29, № 2-3. P. 509-515. DOI: 10.1016/j.indcrop.2008.09.006.

2. *Mutlu H., Meier M. A.* Castor oil as a renewable resource for the chemical industry. European Journal of Lipid Science and Technology. 2010. Vol. 112, № 1. P. 10-30. DOI:10.1002/ejlt.2009.00.138.

3. *Malajowicz J., Kusmirek S.* Characteristics and possibilities of industrial use of castor oil. Przemysl Chemiczny. 2016. Vol. 95, № 9. P. 1756-1760. DOI: 10.15199/62.2016.9.20.

4. *Deb A., Ferdous J., Ferdous K., Uddin M. R., Khan M. R., Rahman M. W.* Prospect of castor oil biodiesel in Bangladesh: Process development and optimization study. International Journal of Green Energy. 2017. Vol. 14, №12. P. 1063-1072. DOI: 10.1080/15435075.2017.1357558.

5. *Zhu Q. L., Gu H., Ke Z.* Congeneration biodiesel, ricinine and nontoxic meal from castor seed. Renewable Energy. 2018. Vol. 120. P. 51-59. DOI: 10.1016/j.renene.2017.12.075

6. *Hadiyanto H., Yuliandaru I., Hapsari R.* Production of Biodiesel from Mixed Waste Cooking and Castor Oil. In MATEC Web of Conferences. 2018. Vol. 156. № 03056 DOI: 10.1051/matecconf/201815603056.

7. *Conejero M. A., César A. D. S., Batista A. P*. The organizational arrangement of castor bean family farmers promoted by the Brazilian Biodiesel Program: A competitiveness analysis. Energy Policy. 2017. Vol. 110. P. 461-470. DOI: 10.1016/j.enpol.2017.08.036.

8. *Мошкин В. А.* Клещевина. Москва. Колос. 1980. 352 с.

9. *Жаркова Г.* Огляд нових сортів та гібридів олійних культур. Пропозиція. 2001. Вип. 12. С. 48-50.

10. *Дідур В. А. та ін.* Розробка технології, експериментального устаткування технологічної лінії по глибокій переробці насіння рицини в касторову олію для виробництва мастил для сільськогосподарської техніки: звіт про НДР; Мелітополь. ТДАТА. 2005. 99 с.

11. *Кошкарова В. А.* Переработка семян клещевины экстракционным способом без отделения лузги. Масло-жировая промышленность. 1974. Вип. 6. С. 8.

12. *Копейковский В. М.* и др. Технология производства растительных масел. Москва. Легкая и пищевая промышленность, 1982. 416 с.

13. *Кичигин В. П.* Технология и технохимический контроль производства растительных масел. Москва. Пищевая промышленность. 1976. 359 с.

References

1. *Barnes D. J., Baldwin B. S. & Braasch D. A.* (2009). Degradation of ricin in castor seed meal by temperature and chemical treatment. Industrial Crops and Products, 29(2-3). P. 509-515.

2. *Mutlu, H., & Meier, M. A. (2010).* Castor oil as a renewable resource for the chemical industry. European Journal of Lipid Science and Technology, 112(1), P. 10-30.

3. *Malajowicz, J., & Kusmirek, S.* (2016). Characteristics and possibilities of industrial use of castor oil. Przemysl Chemiczny, 95(9), P. 1756-1760.

4. Deb, A., Ferdous, J., Ferdous, K., Uddin, M. R., Khan, M. R., & Rahman, M. W. (2017). Prospect of castor oil biodiesel in Bangladesh: Process development and optimization study. International Journal of Green Energy, 14(12), P. 1063-1072.

5. *Zhu, Q. L., Gu, H., & Ke, Z.* (2018). Congeneration biodiesel, ricinine and nontoxic meal from castor seed. Renewable Energy, 120, P. 51-59.

6. *Hadiyanto, H., Yuliandaru, I., & Hapsari, R.* (2018). Production of Biodiesel from Mixed Waste Cooking and Castor Oil. In MATEC Web of Conferences (Vol. 156, p. 03056). EDP Sciences.

7. *Conejero, M. A., César, A. D. S., & Batista, A. P.* (2017). The organizational arrangement of castor bean family farmers promoted by the Brazilian Biodiesel Program: A competitiveness analysis. Energy Policy, 110, P 461-470

8. *Moshkin V. A.* (1980). Castor oil. Moscow. Ear

9. *Garкova G.* (2001) Review of new varieties and hybrids of oilseeds. suggestion. No. 12. P. 48-50.

10. *Didur V. A. at al.* (2005). Development of technology, experimental equipment of the technological line for deep processing of castor seeds into castor oil for the production of oils for agricultural machinery: GDR report. Melitopol. TSATU.

11. *Koshkarova V. A.* (1974). Processing of castor oil seeds by extraction method without husk separation. Oil and fat industry. No. 6. P. 8

12. *Kopeikovskii V. M. at al.* (1982). Technology for the production of vegetable oils. Moscow. Light and food industry.

13. *Kichigin V.P.* (1976). Technology and chemical control of the production of vegetable oils. Moscow. Food industry.

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПЕРЕРАБОТКИ КЛЕЩЕВИНЫ НА МАЛОТОННАЖНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В. В. Дидур, А. Б. Чебанов, С. М. Грушецкий, Є. А. Петриченко

Аннотация. Работа посвящена исследованию технологий и экспериментального оборудования технологической линии по глубокой переработке семян клещевины в касторовое масло для производства масел для сельскохозяйственной техники и кормового жмыха.

Касторовое масло является стратегическим сырьем, так как используется во многих отраслях народного хозяйства, в частности в сельском хозяйстве. Все существующие способы переработки семян клещевины можно разделить на два метода извлечения масла из семян: механический отжим масла, названный методом прессования, и растворение масла в легколетучих органических растворителях, или метод экстракции. Эти два метода

используются в технологии производства растительных масел либо самостоятельно, либо в сочетании одного с другим.

Для условий малотоннажного производства в статье предложена операционно-технологическая схема переработки семян клещевины двукратным прессованием с принципиальными отличиями от существующих технологий переработки семян клещевины. Предложенная безэкстракционная технология переработки клещевины методом двукратного прессования для условий малотоннажного производства отличается от известных технологий тем, что она предусматривает использование ряда дополнительных технологических операций таких как: калибровка семян, обрушивание шелухи, пневмосепарация шелухи и очистка отжатого масла путем электрофлотации.

Согласно операционно-технологической схеме для переработки семян клещевины определено наименование оборудования и его количество, что необходимо приобрести и которое обеспечит соответствующий уровень производства. Обобщены все технологические режимы при переработке семян клещевины на касторовое масло на соответствующем оборудовании. В результате соблюдения соответствующих технологических режимов переработки, получат касторовое масло, качественные показатели которого будут отвечать требованиям ДСТУ 6757.

Предложенная безэкстракционная технология позволила разработать обобщенную техническую характеристику мини-завода по переработке семян клещевины на техническое касторовое масло и кормовой жмых, которая является исходными требованиями при разработке проекта такого завода и определении финансовой и коммерческой привлекательности малотоннажного предприятия.

Ключевые слова: семена клещевины, касторовое масло, малотоннажное производство, двукратное прессование, форпресс, экспелерный пресс.

TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL VIABILITY OF PROCESSING CASTOR BEANS FOR SMALL-SCALE ENTERPRISE

V. V. Didur, A. B. Chebanov, S. M. Hrushetskyi, Y. A. Petrychenko

Abstract. The work is devoted to the study of technology and experimental equipment of the technological line for deep processing of seeds of castor beans to castor oil for the production of oils for agricultural machinery and fodder oil cake.

Castor oil is a strategic raw material as used in many sectors of the economy, particularly in agriculture. All existing methods of processing the seeds of the castor oil plant can be divided into two methods of extracting the oil from seeds: mechanical extraction of oil, called by extrusion and dissolution of the oil in volatile organic solvents, or extraction method. These two methods are used in the technology of production of vegetable oils, either alone or in combination with one another.

For conditions of small-scale production in the article the operationally-technological scheme of processing of castor seed two-time pressing with fundamental differences from the existing technologies of processing of castor seed. Resexcellence proposed technology of processing of castor beans by the method of double pressing for conditions of small-scale production is different from the known technologies that it involves the use of a number of additional technological operations such as: calibration of seeds, husk, the husk pneumoseparation and purification of pressed oil by electro-flotation.

According to the operationally-technological scheme for processing castor seed is defined the name of equipment and quantity that you need to acquire and which will provide the appropriate level of production. Summarizes all processing modes in the processing of castor seed for castor oil with the proper equipment. By adhering to relevant technological modes of processing, will receive castor oil, quality indexes which will meet the requirements of DSTU 6757.

Proposed basictrain technology made it possible to develop a generic technical description of the mini-plant on processing of seeds of castor oil plant technical castor oil and feed meal, which is the initial requirements during project development, such a plant and determining the financial and commercial viability of small-scale enterprises.

Key words: castor seed, castor oil, small scale production, two time pressing, forpress, axillary press.

В. В. Дідур ORCID 0000-0001-7584-5073.
А. Б. Чебанов ORCID 0000-0002-8457-0574.
С. М. Грушецький ORCID: 0000-0002-6434-1213.
Є. А. Петриченко ORCID: 0000-0003-1037-077X.